

- Digitalisierte Fassung im Format PDF -

Der Schöpfungsplan.

Louis Agassiz

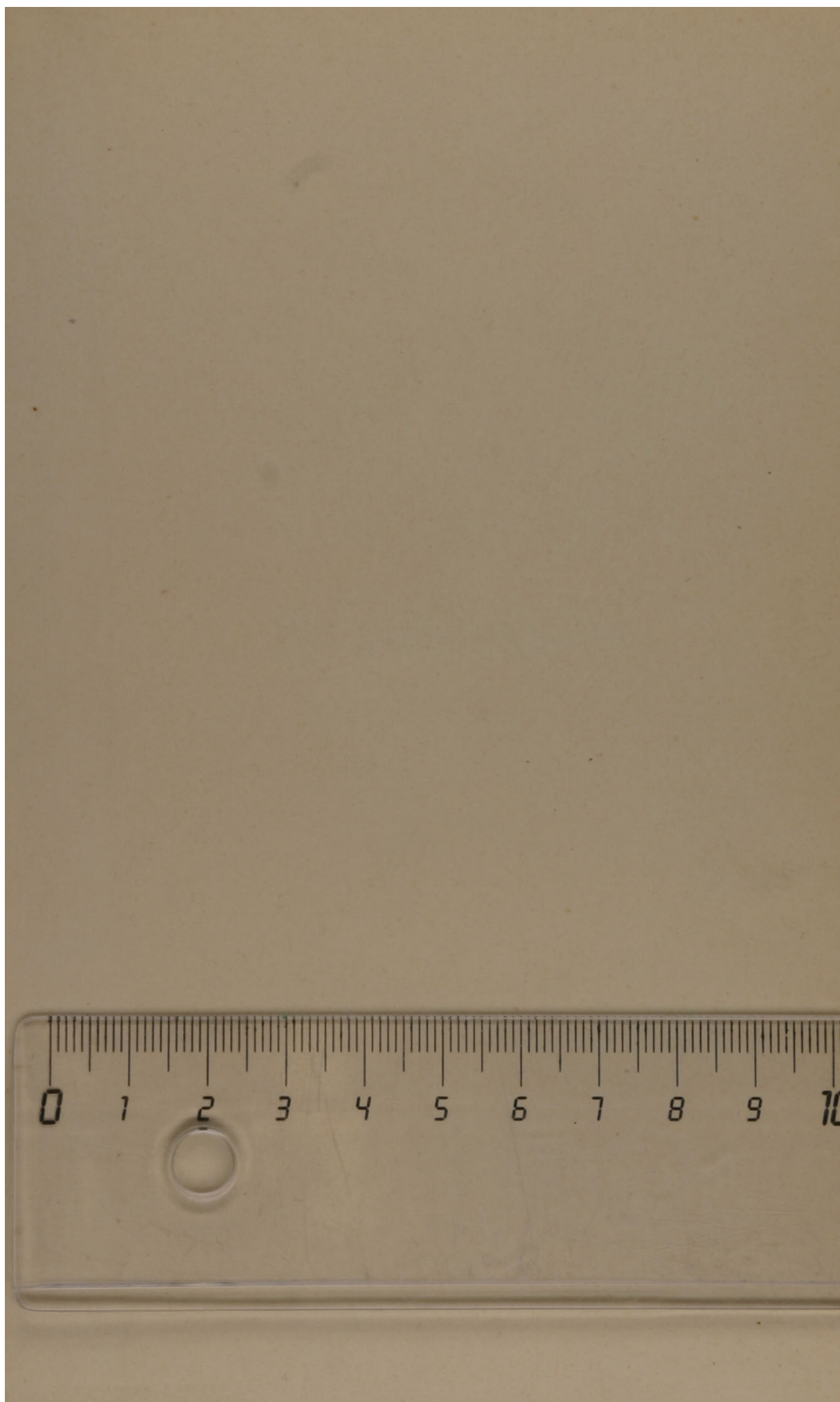
Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib (www.BioLib.de).

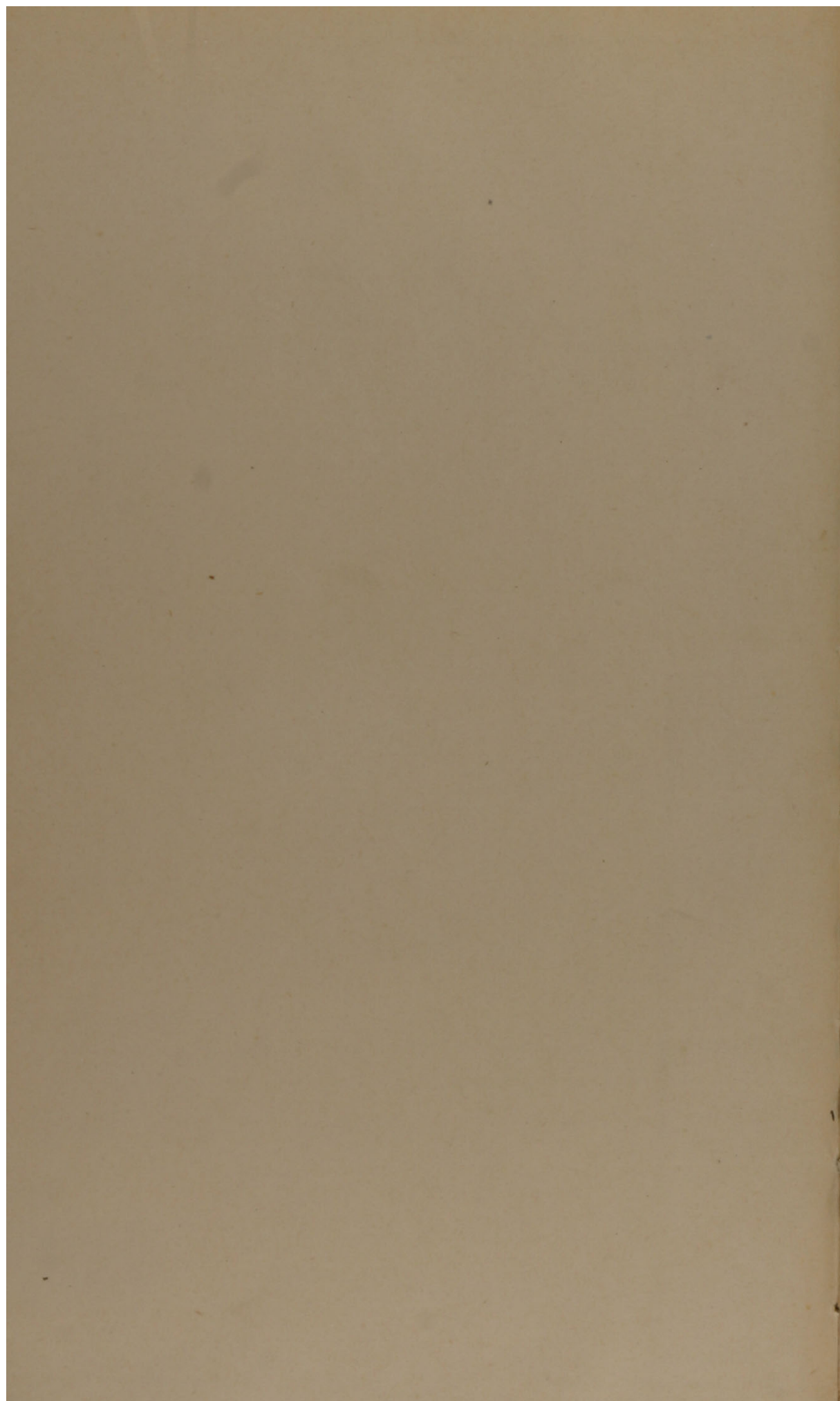
Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie (ViFaBio) durch die [Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg \(Frankfurt am Main\)](http://Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg (Frankfurt am Main)) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.

Leipzig
1875

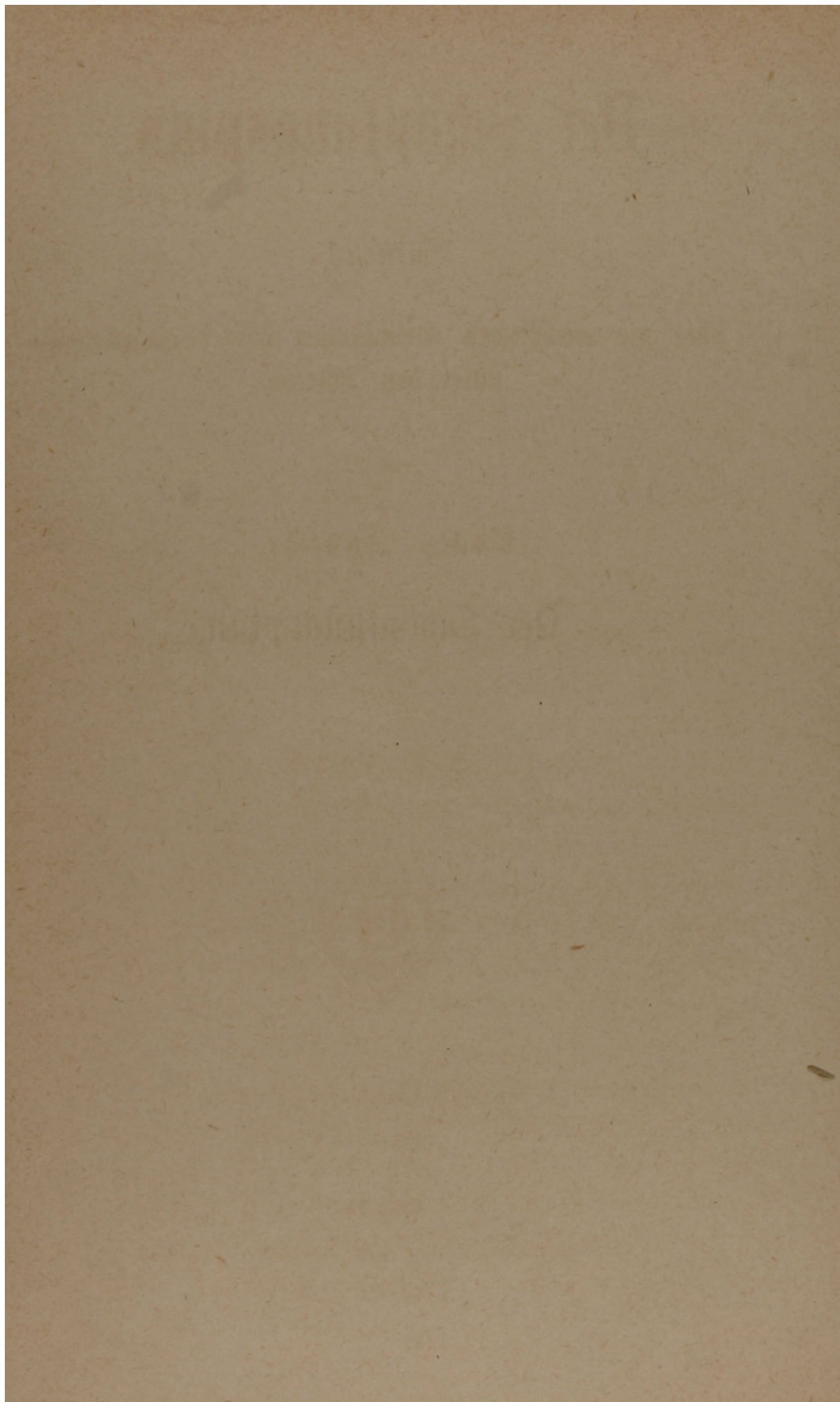
N 1
403







Der Schöpfungsplan.



Der Schöpfungsplan.

Vorlesungen

über die natürlichen Grundlagen der Verwandtschaft
unter den Thieren.

Von

Louis Agassiz.

Deutsche Uebersetzung, durchgesehen und eingeführt

von

C. G. Siebel.



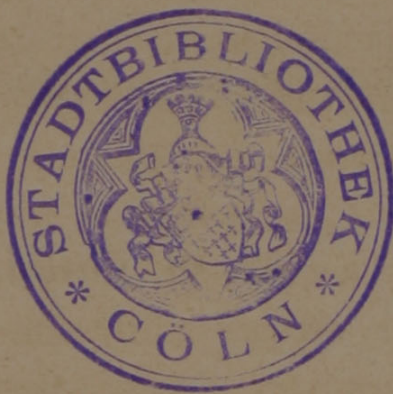
Mit 50 Holzschnitten im Text.

Leipzig.

Verlagsbuchhandlung von Quandt & Händel.

1875.

NA
403



IV. 2326

Vorwort.

Unter den Naturforschern unserer Tage hat keiner so weitgreifende und gründliche, unser specielles und allgemeines Wissen so sehr fördernde und gleichzeitig auf verschiedenen Gebieten bahnbrechende Forschungen in der Zoologie einschließlich der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte, in der Paläontologie und Geologie geliefert als Louis Agassiz. Er begann seine folgenreichen Untersuchungen mit den von Spix und Martius auf der amerikanischen Reise gesammelten Fischen und wurde durch dieselben auf eine Bearbeitung der Süßwasserfische Europas, und in baldiger Erkenntniß der hohen wissenschaftlichen Bedeutung, auf die bis dahin ganz vernachlässigten vorweltlichen Fische geführt. Diese ebenso schwierigen wie in ihren Resultaten überraschenden und glanzvollen Arbeiten fanden eine berechtigte Fortsetzung in der Untersuchung der vorweltlichen und lebenden Echinodermen und mehrerer in ihrem geologischen Auftreten besonders wichtigen Conchylien. Diese paläontologischen Arbeiten erweckten durch ihre allgemeinen Ergebnisse ein lebhaftes Interesse für gewisse höchwichtige geo-

logische Probleme und auch diese vermochte Agassiz's unermüdliche Thätigkeit und geübter Scharfblick befriedigend zu lösen. Durch die epochemachenden Untersuchungen über die Gletscher und die erratischen Phänomene wurde Agassiz's Name zugleich in den weitesten Kreisen der Gebildeten allgemein bekannt und hoch geachtet. Er siedelte im Jahre 1846 aus seiner Heimat Neuenburg nach Nordamerika über und setzte hier seine Forschungen, hauptsächlich die zoologischen und embryologischen, auf die Meeressthiere sie ausdehnend mit gleicher Hingebung und gleich erfreulichen Erfolgen fort. Ueber all diesen umfassenden eigenen Untersuchungen widmete Agassiz den Fortschritten der von ihm gepflegten Wissensgebiete überhaupt die lebhafteste Theilnahme, wie seine anziehenden und lehrreichen Vorträge diesseits und jenseits des Oceans und seine allgemeinen Schriften hinlänglich bekunden. Ein Forscher, der fünfzig Jahre hindurch einen einflußreichen und unmittelbaren Antheil an den wichtigsten Fortschritten der Wissenschaft nahm und alle irgend beachtenswerthe Forschungsergebnisse im allgemeinen Interesse der Wissenschaft zu verwerthen wußte, fühlte selbstverständlich sich gedrungen seine Ansicht auch über die in wissenschaftlichen und überhaupt gebildeten Kreisen große Bewegung und noch mehr Aufregung hervorrufende Theorie Darwin's auszusprechen. Da er war zu einer Erklärung über dieselbe herausgefordert worden, indem die wissenschaftlichen Vertreter dieser Theorie eines der wichtigsten, von ihm zuerst erkannten und als unumstößlich begründeten allgemeinen Gesetze, das der geologischen Entwicklung des thierischen Organismus oder der gesetzmäßigen Aufeinanderfolge der Thiere auf der Erdoberfläche in einer durchaus falschen Auffassung zur Stütze ihrer blos phantastischen Theorie beibrachten. Mehrjährige

Krankheit verzögerte diese Absicht und erst im Frühjahr 1873 begann er dieselbe mit einem ersten Cyclus von zwölf Vorlesungen über die gegenwärtige Thierschöpfung auszuführen. Bald darauf machte der Tod der rastlos schaffenden, erstaunlichen Thätigkeit ein Ende und die in Aussicht gestellten Vorträge über die Entwicklung des thierischen Organismus in früheren Schöpfungsperioden sind nicht gehalten worden.

Was Agassiz in seinen zwölf Vorlesungen bietet, hat für die immer noch sehr lebhafte Erörterung der Descendenztheorie bei dessen umfassenden und gründlichen Kenntnissen aller darauf bezüglichen allgemeinen und speciellen Untersuchungen, insbesondere für alle nicht auf eigene Fachstudien sich stützende Freunde und Verehrer der extremen Auswüchse der Darwin'schen Theorie einen hohen Werth, und ich war deshalb gern bereit auf Ersuchen der Verlags-handlung diese Vorlesungen dem deutschen Publikum zugänglich zu machen. Die mir von zarter Hand zu diesem Behufe dargebotene Uebersetzung schloß sich dem englischen stenographischen Wortlaute der mündlichen und durch Demonstrationen erklärten Vorträge so ängstlich und die Klarheit beeinträchtigend an, daß ich die Form der Darstellung für den deutschen Leser, der andere Ansprüche macht als der amerikanische Zuhörer, zumal bei der mangelnden unmittelbaren Anschauung der zur Erläuterung dienenden Präparate viel häufiger und erheblicher ändern mußte, als der begeisterten Verehrerin der Darwin'schen Schriften angenehm war. Eine Aenderung der Agassiz'schen Auffassung aber habe ich dabei streng vermieden.

Schon längst selbst mit der Absicht einer entsprechenden Darstellung der geologischen Entwicklung des Thierreiches für das gebildete Publikum, eben zur Beleuchtung der Darwin's-

ſchen Abstammungslehre umgehend, konnte ich mich nicht entſchließen, dieſen Agazziſchen Vorleſungen einen doch nur kurzen und deshalb der Wichtigkeit des Gegenſtandes nicht genügenden Ueberblick derſelben ergänzend beizufügen. Nach Beendigung eigener, ſchon im Erſcheinen begriffener Arbeiten hoffe ich dieſe Darſtellung mit anderen bezüglichlichen Abhandlungen in einer beſonderen Schrift herauszugeben.

Halle im Mai 1875.

Giebel.

Uebersicht des Inhalts.

Erste Vorlesung.

Natürliche Grundlagen der Verwandtschaft unter den Thieren.	Seite 3—13
Begränzung der organischen Aehnlichkeiten 5. —	
Aristoteles den modernen Naturforscher voraus 6. —	
Alles Leben entspringt im Ei 8. — Die Verwandtschaft des Menschen mit den Wirbelthieren 11.	

Zweite Vorlesung.

Alles Leben kommt vom Ei.	14—25
Die große Verschiedenheit in den Eiern der Vögel.	
— Die Eier der Fische, Reptilien und Insekten contrastiren mit den Eiern der Säugethiere. — Was ein Ei ist, woraus es besteht und was es zu erzeugen hat 14. — Vermehrung durch Theilung 20. — Eier mit vierjähriger Entwicklung 23.	

Dritte Vorlesung.

Die Entwicklung der Eier.	26—41
Bildung der Eier 27. — Abweichende Ansichten über räthselhafte Vorgänge 29. — Eierstockseier und deren Zellenelemente 30. — Eier der Säugethiere 32. — Veränderungen in der Entwicklung des Eies 33. — Specifische Unterschiede in der Entwicklung der Eier 37.	

Vierte Vorlesung.

Seite

Frühes Leben im Ei. 42—51

Durch Vorältern und Geschlecht angeborene Aenderungen 43. — Complicationen des wachsenden Eies 45. — Furchungsproceß des Dotters 46.

Fünfte Vorlesung.

Die Veränderungen im Ei. 52—67

Schwierige Darstellung instructiver Präparate 51. — Unterschiede unter Eiern 56. — Befruchtung des Eies 58. — Sehr schwierige Untersuchungen 60. — Uebertragung erblicher Charaktere 62. — Beharrliche Typen. Pfahlbauten 63. — Vererbte Spuren chirurgischer Operationen 65.

Sechste Vorlesung.

Das Leben bei der Geburt. 68—82

Künstliche Fischbrut 69. — Werthvolle Erfolge embryologischer Studien 71. — Mütterliche Sorge bei verschiedenen Thieren 72. — Uebertragung angestammter Züge 75. — Entwicklung der Stammzucht 77. — Parthenogenese 79. — Thatfachen das Geschlecht der Bienen betreffend 81.

Siebente Vorlesung.

Das Leben im Bienenstocke. 83—92

Mangel des Gehirns bei Insekten 84. — Schwärmen und Auszug der Königin 85. — Beobachtungen zum Beweise bekannter Thatfachen 91.

Achte Vorlesung.

Lebenscharakteristik. 95—110

Sind alle geistigen Fähigkeiten dieselben? 96. — Die geistigen Eigenschaften sind bei allen Wirbelthieren ähnliche 98. — Abweichende geistige Fähigkeit bei den Insekten 100. — Die Form des Ge-

hirns kein Zeichen der geistigen Verschiedenheit 101.
 — Die Frage vom Ursprunge 103. — Die durch
 Knospen und Selbsttheilung sich vermehrenden
 Thiere 104.

Neunte Vorlesung.

Die Radiaten oder Strahlthiere. 111—132

Die sich durch Theilung vermehrende Thierklasse 113.
 — Eine Frage über die Individualität 118. —
 Eine Aehnlichkeit zwischen Pflanzen und Thieren 121.
 — Beweis gegen die Descendenz der Typen 123.
 — Die Beziehung dieser Thatsachen zur Embryo-
 logie 131.

Zehnte Vorlesung.

Wirkliche Umwandlungen. 133—155

Entwicklung und Fortpflanzung der Strahlthiere 134.
 Formveränderungen einer Qualle 136. — Einheit
 scheinbar verschiedener Thiere 138. — Keine Ver-
 änderung der Species 139. — Auffallende Aehn-
 lichkeit der embryonalen Formen 149.

Elfte Vorlesung.

Die vier Typen der Thiere. 156—170

Die Abtheilungen der Gliederthiere 158. — Ein-
 theilung der Weichthiere 160. — System der Klassi-
 fication 163. — Begründung der auf den Organi-
 sationsplan gestützten Klassification 166. — Die
 Entwicklung aus dem Ei 168.

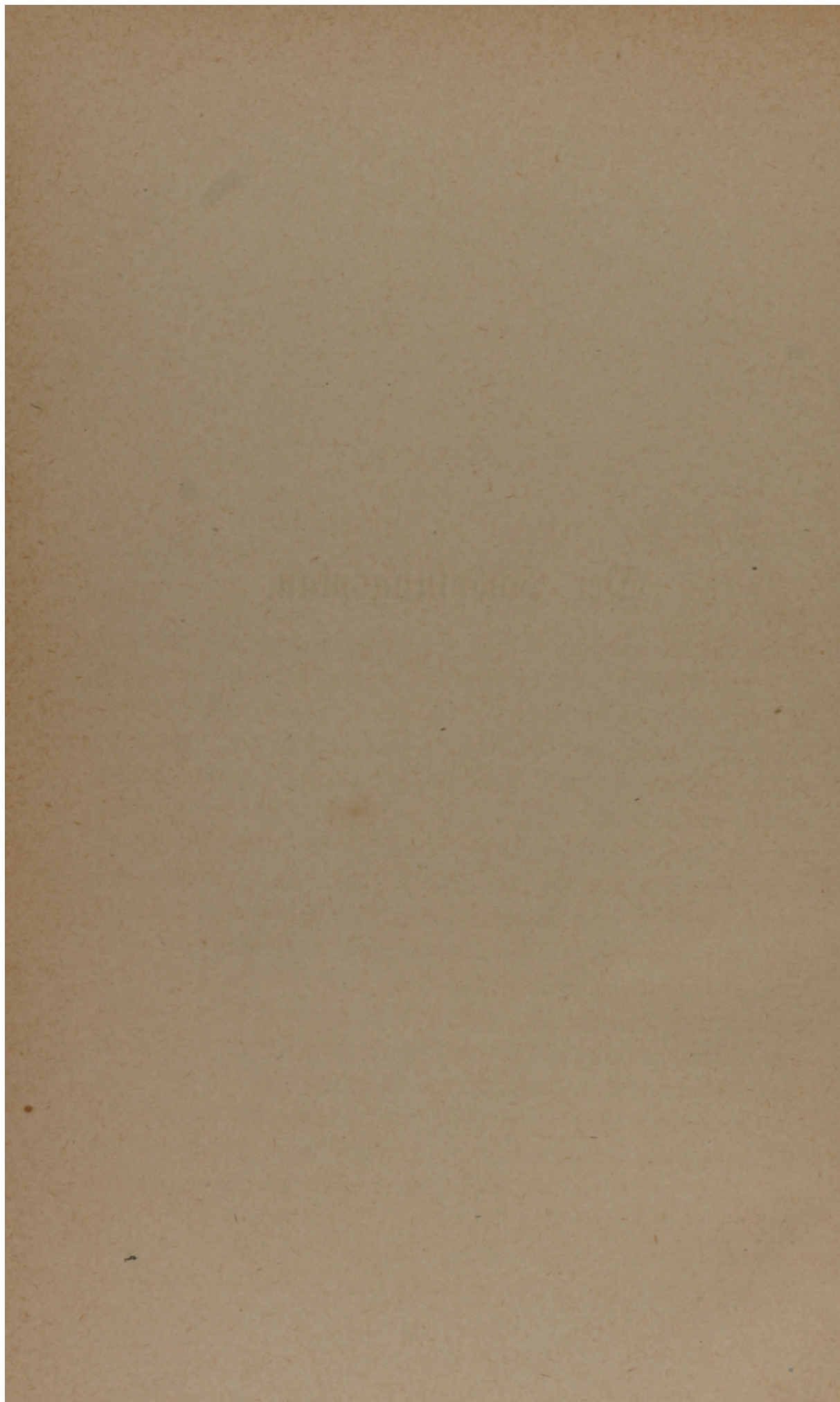
Zwölfte Vorlesung.

Der bewußte Geist der Schöpfung. 171—185

Embryonische Aehnlichkeit kein Beweis für die
 Abstammung 174. — Die Stufenfolge der Thiere

nach ihrer Dignität 176. — Die Dignitätsstufen der Organisation entsprechen den individuellen Entwicklungsstufen 178. — Allgemeine Thatsachen für die stufenweise Vervollkommenung des anatomischen Baues 180. — Ähnlichkeiten erscheinen als Rück-
erinnerungen 182. — Keine ununterbrochene Entwicklung der Typen 183.

Der Schöpfungsplan.



Erste Vorlesung.

Natürliche Grundlagen der Verwandtschaft unter den Thieren.

Der Wiederaufnahme meiner Vorlesungen nach mehrjähriger Unterbrechung muß ich eine Erklärung und Entschuldigung vorausschicken. Eine schwere und andauernde Krankheit unterbrach im Jahre 1869 plötzlich meine Vorlesungen, und nur dieser leidende Zustand gestattete mir nicht, dieselben seither wieder aufzunehmen. Auch jetzt noch fühle ich nur zu sehr, daß ich bloß einen Versuch wage, den ich vielleicht bald wieder aufzugeben genöthigt werden könnte. Aber die Versuchung ist stark. Nachdem ich nunmehr fünfzig Jahre gelehrt habe, kommt mit der wiederkehrenden Gesundheit auch zugleich der Wunsch, noch einmal einem Auditorium mich gegenüber zu sehen; besonders aber wünsche ich, meinen Antheil an dem zu nehmen, was gegenwärtig an der Harvard-Universität vorgeht, wo neues Leben erwacht und lebhaftere Anregung geboten ist.

Wir leben in einer Periode, wo der freie und eigenste Gedanke weiteren Spielraum denn je zuvor hat. Wohl gab es eine Zeit, in welcher der Weise, der Philosoph auch ein Spaßmacher, ein Hofnarr sein konnte. Amüsiren mußte damals der Gelehrte seinen Patron. Man erlaubte dem Barden zuvor in der Küche zu essen, wenn er später seine Lieder in der großen

Halle bei Gelagen vorzutragen wünschte. Haben wir denn nicht aber in anständigerer Form noch einen ähnlichen Brauch, indem wir dem gekrönten Dichter durch eine königliche Pension Lebensunterhalt gewähren, und dafür die althergebrachte Ode an Krönungstagen, bei königlichen Hochzeiten oder Todesfällen beanspruchen. Die Wissenschaft litt damals Noth; und man erlaubte ihr eben nur zu leben. Der Arzt war der Barbier, der seinen Kranken mit Altschereien und dem Tagesgespräch unterhielt. Als nun später die Wissenschaft über diese Verachtung sich erhob, ward sie bald der Gegenstand des Schreckens, was für ihre freie Entwicklung kaum minder gefährliche Folgen hatte. Die Theologie schrieb die Gränzen vor, und allgemein angenommene Glaubensbekenntnisse beschränkten die freie Wissenschaft. Und wahrlich diese Phase der Verfolgung ist noch jetzt kaum vorüber. Recht lebhaft habe ich es in der Erinnerung, daß ich als junger Professor vor die Unterrichtsbehörde in Neuenburg geladen wurde, um einen Verweis für meine Verbreitung angeblich ungläubiger Lehren hinzunehmen; weil ich nämlich keinen Anstand nahm zu lehren, daß die Geologie annähernd wenigstens das Alter der Erde offenbare, und dieselbe uns weit älter erscheinen lasse, als religiöse Glaubensbekenntnisse es erlauben. Solche Erinnerungen sind nicht angenehm und ich erwähne sie nur, weil ich im Laufe dieser Vorlesungen vielleicht Meinungen aufstellen, Ansichten vortragen werde, welche gleichfalls nicht allgemein annehmbar sind, und mit den herrschenden Lehrsätzen nicht ganz im Einklang sich befinden. Aber ich erkläre im Voraus: es sind Ueberzeugungen, auf lange und umfassende Studien gegründet; und ich beanspruche kein besonderes Vorrecht unserer freien Institutionen, sondern nur das Recht, daß Jedermann seine Ueberzeugung behaupten und sie aufrecht erhalten darf, vorausgesetzt, daß er dieselbe in einer einfachen, anspruchslosen, ehrlichen Weise vertheidigt!

Begränzung der organischen Aehnlichkeiten.

Ich werde mich im Laufe dieser Vorlesungen bemühen, einen Einblick in jene Naturerscheinungen zu eröffnen, mit welchen meine Forschungen mich ganz besonders vertraut gemacht haben, d. h. in die Beziehungen der organischen Wesen zu einander. Seit fünfzig Jahren sind dieselben der Gegenstand meiner eingehenden Studien gewesen, und nicht bloß meiner, sondern auch vieler anderer Naturforscher. Da geschieht es nun auch auf diesem Gebiete, wie gar häufig, daß „die Gelehrten nicht einig sind“. Hinsichtlich der wahren Verwandtschaft der Thiere unter einander herrscht heut zu Tage unter den Vertretern dieser Wissenschaft eine große Verschiedenheit der Meinungen. Einige betrachten diese Verwandtschaft als das Resultat des einfachen Gesetzes der Vererbung und Entwicklung der niederen Organismen in höhere, und glauben damit die ganze Manichfaltigkeit der thierischen Gestalten hinlänglich erklärt zu haben. Andere dagegen sehen sie als den Ausdruck der Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten an, welche jedem Organismus vom Uraufang an als specifisch eigenthümliche zu Theil geworden sind; da diese Eigenthümlichkeiten aber materielle, endlich begränzte sind, so sind sie, zumal unter künstlicher Beeinflussung und innerhalb gewisser Gränzen, für Veränderungen empfänglich. Zu einer begründeten Beurtheilung dieses Gegenstandes ist nun vor Allem eine nähere Kenntniß jener Gränzen eben so nöthig, wie die Bekanntschaft mit den gegenseitigen Beziehungen des äußern und innern Baues der verschiedenen Thiere zu einander.

Das Thierreich ist eine wundervolle Vereinigung höchst verschiedenartiger Wesen. Es erscheint ganz regel- und gesetzlos, so lange wir es nicht gründlich kennen. Eine bloß äußerliche und oberflächliche Bekanntschaft mit seinen manichfaltigen Gestalten ist fast werthlos, oder hat doch nicht mehr Werth als jede andere zufällige flüchtige Bekanntschaft überhaupt im gesellschaftlichen Leben, die angenehm, vielleicht auch bildend sein

kann, aber ohne nachhaltige Erfolge bleibt. Sie kennen beispielsweise zweihundert Vögel und eben so viele tausend Muscheln und Insekten, sind mit deren Namen und äußeren Merkmalen vertraut; wissen aber nichts von deren anatomischen Bau und den ihre gegenseitigen Beziehungen beherrschenden Gesetzen, sind auch unbekannt mit der Einheit, welche all dieser Manichfaltigkeit der materiellen Erscheinung zu Grunde liegt, und doch die Einheit des Ganzen nicht weniger wundervoll, als die unendliche Verschiedenheit seiner Theile erscheinen läßt. Glauben Sie aber nicht etwa, daß ich erwarte, oder gar Ihnen rathen will, Sie Alle möchten praktische Naturforscher werden. Die wirkliche Einsicht in die Natur wird nur durch anstrengende Arbeit gewonnen, und nur diejenigen, welche eine angeborene Liebe dazu haben, werden in derselben ihre Lebensaufgabe finden. Sehr zu bedauern ist leider, daß die Art und Weise, wie die Naturgeschichte allermeist — wenn überhaupt — gelehrt wird, die Aufmerksamkeit viel mehr auf specielle Einzelheiten lenkt, als auf die allgemeinen Beziehungen der Thiere zu einander, als auf die Gesetze der organischen Gestalten und des organischen Lebens.

Aristoteles ist den modernen Naturforschern voraus.

In gewisser Hinsicht hat das Studium der Naturgeschichte in unserer modernen Bildung eher verloren als gewonnen. Es wird Sie überraschen zu erfahren, wie gut unterrichtet z. B. schon die Griechen über den Bau der Thiere waren. Jeder wissenschaftlich Gebildete weiß, daß die Alten eben so große Freude am kritischen Analysiren geistreicher Probleme, wie an dramatischen und poetischen Compositionen, wie an jedem schönen Kunstwerk der Plastik und Architektur hatten. Aber nach meiner Erfahrung ist die Vertrautheit der Alten mit der Natur nicht so allgemein bekannt, wie ihre hohe Pflege der Kunst und Wissenschaft. Aristoteles wußte von gewissen Thiergattungen

und deren allgemeiner Verwandtschaft mehr als man jetzt weiß. So verwechselte er niemals Haie und Rochen mit anderen Fischen, während doch moderne Naturforscher dieselben gern in ein- und dieselbe Gruppe zu vereinigen pflegen. Sonderbar, ich habe die Selachier (Haifische und Rochen) an der Küste Südamerikas nach den Grundsätzen des Aristoteles untersucht, gerade so, wie er dieselben vor mehr als zwei Tausend Jahren im Mittelmeere erforschte und muß ehrlich gestehen, daß die Kenntniß des Aristoteles über diese Thiergruppe dem gewöhnlichen Standpunkte in unseren naturgeschichtlichen Büchern so weit voraus ist, daß seine Angaben und Behauptungen nur von dem verstanden werden können, welcher diese Thiere zum Gegenstande specieller Untersuchungen gemacht hat. Die Griechen theilten augenscheinlich des Aristoteles Kenntnisse, denn er bezieht sich auf Handbücher der Naturgeschichte, welche, nach den von ihm gegebenen Einzelheiten, unseren Handbüchern weit überlegen gewesen sein müssen. Sie werden in den anatomischen Atlanten von R. Wagner und G. Carus vergebens nach Belehrung über die Fortpflanzungsorgane der Selachier suchen, auf welche Aristoteles, als in den Handbüchern der damaligen Anatomen enthalten, und in jener Zeit wohlbekannt, sich bezieht.

Meine Absicht ist nun Ihnen in diesen Vorträgen einen faßlichen, wenn schon sehr gedrängten Abriß der Zoologie unserer Zeit und unserer Generation zu geben, und zwar in der Weise, wie es Aristoteles in seiner Zoologie gethan hat; ich wünschte wohl, ich könnte meine Aufgabe mit derselben Meisterschaft als er lösen. Aber ich sehe mich genöthigt mit den einfachsten elementaren Thatsachen zu beginnen; denn bei dem heutigen Stande unserer Schulen, in welchen die Naturgeschichte so sehr ungenügend oder selbst gar nicht gelehrt wird, darf ich, selbst bei einem gebildeten Auditorium, nicht irgend welche Vorkenntnisse meines Gegenstandes bei den Zuhörern voraussetzen.

Welches ist nun mein eigentliches Thema? Ich habe es

als *Curfus* über die natürlichen Grundlagen der zoologischen Verwandtschaft angekündigt.

Das allgemeine natürliche Gefühl im Menschen, daß die Thiere in gewissen Eigenschaften ihres Baues übereinstimmen, mit einander verwandt sind, hat zur Aufstellung und Benennung verschiedener Gruppen von Thieren geführt. Wir sprechen z. B. von einer Klasse von Vögeln, und wenn wir diese in kleinere Gruppen auflösen, so sprechen wir von einer Familie der Enten, von einer Familie der Reiher u. s. w. Der Naturforscher aber bekundet seine Erkenntniß eines noch strengeren Gesetzes der Verwandtschaft, indem er gewisse Thiergruppen als *Genus* (Gattung, Geschlecht) bezeichnet: ein Ausdruck, welcher auf die gemeinsame Abkunft hinweist. Wenn wir von dem Gebrauche unserer Muttersprache zu dem anderer Völker übergehen, so finden wir diese Begriffe in derselben treffenden Weise ausgedrückt. Der Deutsche sagt: „verwandt“ oder „Verwandtschaft“, und giebt so die volle Bedeutung unseres Wortes „relationship“ wieder, welches Familienband ausdrückt. Alle Thiere ordnen sich naturgemäß, oder mit anderen Worten, wir selbst ordnen sie instinctiv in Gruppen, von denen wir gewiß sind, daß dieselben eine gemeinsame Grundlage haben. Was ist es nun in der Natur, oder, giebt es außer der bloßen Erscheinung irgend Etwas, das uns zu dieser Gruppierung berechtigt?

Alles Leben entspringt im Ei.

Hier, gleich an erster Stelle, treffen wir eine eigenthümliche ganz allgemeine Thatfache. Alle Thiere ohne Ausnahme, hoch oder niedrig organisirt, von welcher Vollkommenheit oder Einfachheit des organischen Baues sie auch immer sein mögen, nehmen ihren ersten Ursprung im Ei, und die Eier sind alle im Wesentlichen dieselben. Damit ist aber nicht gesagt, daß es keine andere Weise der Fortpflanzung oder Vermehrung

gäbe. Einige Thiere, z. B. die Korallen, viele Hydroiden und andere niedere Organismen, vermehren sich durch Keime, Knospen und durch Theilung des mütterlichen Körpers. Aber auch sie erzeugen zu gewissen Zeiten Eier, und folgen somit auch ihrerseits dem allgemeinen Naturgesetze, das ohne Ausnahme das ganze Thierreich beherrscht. Auch das Samenkorn der Pflanze hat dieselbe Bedeutung wie das thierische Eierstocksei, und so dürfen wir behaupten, daß alle organischen Wesen, Pflanzen und Thiere, durch Eier sich vermehren. Die Entdeckung dieses wichtigen Gesetzes, auch bei den höchst organisirten Thieren, gehört der neueren Zeit an, denn vor erst fünfzig Jahren hat Carl Ernst von Baer seine überraschenden Untersuchungen über das Ei des Hundes und des Kaninchens gemacht und gelehrt, daß auch die Säugethiere Eierstockseier entwickeln, ganz gleich denen aller anderen Wirbelthiere, Glieder-, Weich- und Strahlthiere. Die Entdeckung dieses universellen Gesetzes, daß alle organischen Wesen sich auf Allen gemeinsamem Wege fortpflanzen, ist sicher eine der wichtigsten, überraschendsten Verallgemeinerungen der Neuzeit.

Dies gibt uns nun die breiteste Unterlage für unsere Forschung in die äußersten Ziele, die ja alle ein und denselben Ausgangspunkt haben. Vor Allem vereinfacht dies die Untersuchung. Aber in dem Augenblicke, wo wir diesen Punkt, in welchem alle Thiere gleich zu sein scheinen, verlassen und auf die manichfaltigen Phasen und Umbildungen eingehen, welche dieselben durch zu machen haben, bis sie ihren reifen Zustand erreichen, eröffnet sich uns ein Feld des Studiums, groß genug um viele Menschenleben zu beschäftigen. Wir begegnen einer Reihe von höchst interessanten Naturerscheinungen, die uns bei ihrem ersten Anblick oft sehr in Verlegenheit setzen. Es giebt vorübergehende Phasen im Wachsthum der höheren Thiere, während welcher sie dem bleibenden, vollendeten Zustande reifer Thiere einer niederen Ordnung desselben allgemeinen Typus sehr ähnlich sind, indem sie, von ähnlichem Bau, aber auf einer tieferen Entwicklungsstufe sich befinden. Solche Vergleiche

können jedoch nicht außerhalb der Gränzen eines und desselben Typus geführt werden. Auf diese Beschränkung des Gesetzes bezog ich mich in einer meiner früheren Vorlesungen von den Begrenzungen der natürlichen, fundamentalen Beziehungen der Thiere zu einander. Sie können wohl einen Bierfüßler, in gewissen Phasen seines Wachsthum, mit dem reifen Zustande eines niederen Wirbelthieres vergleichen und können erstaunen über die Aehnlichkeit zwischen beiden, aber Sie dürfen den Vergleich nicht auf den Typus der Gliederthiere, oder irgend eines anderen schon in seiner Uralage durchaus verschiedenen Typus des Thierreiches ausdehnen. Jede Grundform verfolgt ihren eigenen Entwicklungsgang. Ein Insekt z. B. kann auf keiner Stufe seiner Entwicklung, nachdem es aus dem erwähnten allgemeinen Zustande des Eies herausgetreten ist, etwa mit einer Auster oder mit einem Fisch verglichen werden; aber es macht Phasen durch, in welchen es, oberflächlich betrachtet, kaum von einem Wurm zu unterscheiden ist; d. h. es hat eine vorübergehende Aehnlichkeit mit dem reifen Zustande eines Typus der niederen Gliederthiere, zu denen sie beide, Insekt und Wurm gehören. Kurz ausgedrückt: jedes Thier höherer Organisation kann während der Umgestaltungen, denen es in seinem Entwicklungsgange unterworfen ist, niedere Stufen desselben Grundtypus wiederholen, kann vorübergehend reifen Thieren einer tieferen Gruppe desselben allgemeinen Typus ähneln.

Die Metamorphose der Thiere, wie man diese Wandelung der Gestalt während der Entwicklung des Individuums nennt, ist gegenwärtig genügend bekannt, um die eben ausgesprochene Verallgemeinerung zu einer vollkommenen Vertrauen beanspruchenden zu erheben, obwohl nur wenige Schilderungen derselben vorliegen. Das Studium der Embryologie ist ein ungemein schwieriges und die Ermittlung der vollständigen Entwicklungsgeschichte nur einer einzigen Thierspecies erfordert das Opfer einer sehr großen Anzahl von Individuen. Der Fortschritt solcher Untersuchungen ist unter diesen schwierigen, mit Kostspieligkeit verbundenen Verhältnissen selbstverständlich ein lang-

samer, aber sie haben bereits so reiche Erfolge und allgemeine Resultate ergeben, daß die vorhin ausgesprochene Schlußfolgerung eine sicher begründete Unterlage hat. Während der Beobachtung der Wachsthumsphasen und bezüglichlichen Aehnlichkeiten hat man leider die Gränzen, welche jeden primären Typus in seinen Schranken halten, nicht genügend in Erwägung gezogen; ja man hat dieselben thatsächlich ganz aus den Augen verloren. Diese Unachtsamkeit in der Untersuchung oder in der Ermittlung der Thatsachen führt zu einer zu weiten Generalisation, die nur theilweise wahr, dagegen falsch ist, sobald sie auf ein zu weites Feld ausgedehnt wird.

Die Verwandtschaft des Menschen mit den Wirbelthieren.

Wir haben in diesen Vorlesungen in Erwägung zu ziehen, was Thatsachen sind, und wohin und zu welchen Schlußfolgerungen uns dieselben leiten. In meiner nächsten Vorlesung werde ich über den Bau und die Verhältnisse des Eies als Ei sprechen, und einen flüchtigen Ueberblick über die Veränderungen geben, denen es unterworfen ist. Dann werden jene Phasen besprochen, durch welche jedes Thier die Eigenthümlichkeiten erhält, die es der einen oder anderen Gruppe des Thierreiches zuweisen.

Wiewohl ich sagte, daß alle Thiere aus Eiern, die im Wesentlichen einander gleich sind, hervorgehen: so wissen Sie Alle doch, daß die junge Auster nicht dasselbe was das Hühnchen ist. Jeder großen, typischen Abtheilung des Thierreiches liegt ein bestimmter Plan zu Grunde, mit anderen Worten: die Manichfaltigkeit der Gestalten vertritt Ideen, verkörpert Gedanken, und mit diesen möchte ich Sie bekannt machen. Es besteht ein Unterschied im Urbegriff, und dieser Unterschied ist in der materiellen Erscheinung ausgeführt. Man sagt der Mensch sei die Krone einer aufsteigenden Scala. Unzweifelhaft ist er das höchste erschaffene Wesen; aber er ist der

Culminationspunkt besonders seiner eigenen Reihe, der Reihe der Wirbelthiere. Kein wirbelloses Thier hat irgend eine verwandtschaftliche Beziehung in seiner Uralage wie in deren sichtbarer Ausführung mit dem Menschen, während jedes andere Glied des Wirbelthiertypus, dem auch der Mensch angehört, in einem engen verwandtschaftlichen Verhältnisse bezüglich seines anatomischen Baues mit ihm steht.

Wie nun die Thiere nicht auf einen Plan begründet sind, so werden sie auch nicht alle auf einer Stelle gefunden, noch sind sie je auf einen Mittelpunkt beschränkt worden.

Die Thiere sind über die ganze weite Oberfläche des Erdballes vertheilt, über Land und Meer; und wie weit sie auch räumlich von einander getrennt sein mögen, wir finden sie dennoch durch dieselben Gesetze typischer Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten vereinigt. Auch gehören sie nicht irgend einem Zeitpunkt, den wir berechnen können, an. Sie haben eine Geschichte, die, wenn auch nicht so alt wie unsere Erde selbst, dennoch weit hinter unsere gegenwärtige Kenntniß zurück reicht, weit außer dem Bereiche des Auges oder des Geistes des Naturforschers ist. Aber soviel wissen wir: als zuerst auf Erden Leben möglich war, erschien dasselbe in Formen, welche von den gegenwärtig lebenden verschieden waren. Diesen ersten Bevölkerungen folgten andere, von ihnen verschiedene; und diese einander folgenden Bevölkerungen wechselten wieder und immer wieder, bis sie endlich zu dem Thierreich führten, das wir, mit dem Menschen an der Spitze, kennen. Welcher Zusammenhang ist nun in dieser ganzen Aufeinanderfolge der Bevölkerungen? Sind die Vierfüßler die directen Abkömmlinge von irgend welchen früheren Wirbelthieren und sind wir selbst die Abkömmlinge von den ersten Säugethieren der Vorwelt? Wie kam die Erde dazu, so bewohnt zu werden, wie sie es gegenwärtig ist? Dies ist wahrlich ein weites Feld, über welches ich Sie nur einen Blick werfen lassen kann, ohne bei Einzelheiten zu verweilen. Wir haben jedoch vielleicht einen Vortheil dabei. Man sieht zuweilen den Zusammenhang

des Ganzen besser, wenn man nicht zu lange bei den einzelnen Theilen desselben verweilt; und aus diesem Grunde habe ich einen sehr faßlichen Entwurf für meinen Cursus gewählt. Ich werde mich bemühen Ihnen besonders den Zusammenhang des Ganzen darzulegen und zu zeigen, wie nahe verwandt die verschiedenen Theile des organischen Systemes sind, welches wir Thierreich nennen, werde Ihnen auch zeigen, daß der Mensch nicht etwa bloß durch Zufall der zuletzt Gekommene, nicht durch Zufall so mit der ganzen Geschichte und der Vertheilung alles Lebendigen auf Erden verbunden ist.

Zweite Vorlesung.

Alles Leben kommt vom Ei.

Die große Verschiedenheit in den Eiern der Vögel. — Die Eier der Fische, Reptilien und Insekten contrastiren mit den Eiern der Säugethiere. — Was ein Ei ist, woraus es besteht, und was es zu erzeugen hat.

Die Bildung und das Wachsthum des Eies und dessen Befruchtung vor der Entwicklung des neuen Wesens gehören zu den geheimnißvollsten Vorgängen in der organischen Welt. Die Eier verschiedener Thierarten sind unter sich selbst so sehr verschieden in Größe, Form und äußerer Erscheinung, daß es uns schwer wird zu glauben sie seien ein und dasselbe Ding. Sehen Sie sich dieses ungeheuere Ei an, ein Herrenhut würde zu klein sein um es zu fassen. Es ist das Ei eines ausgestorbenen Vogels, auf Madagascar gefunden, des Aephornis, und das größte aller bekannten Vogeleier. Es ist erwiesen, daß ein solches Ei acht mal mehr enthielt als ein Straußenei, und 148 mal mehr als ein gewöhnliches Hühnerei. Vergleichen wir es noch mit dem Ei des Colibri, welches kleiner als eine Haselnuß, kaum größer als ein Erbse ist! Selbst unter Vogeleiern ist der Unterschied der Form und des äußeren Ansehens ein unendlicher: einige sind gestreckt, andere kugelig, einige rauh auf der Oberfläche, andere glatt, polirt, einige dunkel, andere grau oder weiß, wieder andere sehr bunt. Die Zahl der bis-

jetzt bekannten Vogeleier ist groß, die Ornithologen unterscheiden ungefähr 5000 Arten. Während dieselben in Einzelheiten von einander abweichen, ist ihr Modell im Allgemeinen dasselbe. Die äußere Schale ist brüchig, innerhalb befindet sich eine dieselbe auskleidende und das Eiweiß umhüllende Haut, und in der Mitte liegt der Dotter, dessen Umfang bei verschiedenen Vogelarten eben so verschieden ist, wie die Eier es äußerlich sind. Ganz anders sind scheinbar die Eier der Säugethiere. Diese werden niemals gelegt. Als Eier sind sie mikroskopisch klein, und ihre ganze Entwicklung erfolgt innerhalb der Mutter. Und dennoch ist ihr Bau, in einer gewissen Zeit, auf einer frühen Stufe ihrer Entwicklung derselbe, wie der der Eier in allen anderen Thierklassen.

Die Reptilieneier spielen in großer Manichfaltigkeit. Die Eier der Alligatoren sind länglich, fast walzig, an beiden Enden flach abgerundet und ungefähr von der Größe eines gewöhnlichen Enteneies. Die Eier der Meeresschildkröte dagegen haben ungefähr die Größe eines kleinen Apfels; sind rundlich und mit einer biegsamen Schale versehen. Die der Schnappschildkröte (*Chelydra serpentina* nach Agassiz) sind viel kleiner, aber gleichfalls rundlich. Die Eier unserer Sumpfschildkröten oder Emiden sind länglich, wie auch die aller Eidechsen. Schlangeneier sind gestreckt und einige walzig. Frösche und Kröten legen unzählige Eier, sie setzen dieselben wie Fischlaich in großen Klumpen oder Schnüren im Wasser ab. Die surinamische Wabenkröte (*Pipa dorsigera*) trägt ihre Eier wie eine Honigwabe vereint auf ihrem eigenen Rücken. Der Fesselfrosch (*Alytes*) schleppt sie, in Bündel zusammen gerollt, an den Hinterbeinen mit sich herum.

In ihrer äußeren Erscheinung differiren die Eier der Fische ganz erstaunlich. Von einigen würde man es kaum glauben, daß sie überhaupt Eier sind. Nehmen Sie z. B. das umstehend abgebildete Ei eines Rochen; es sieht wie ein breitgedrückter, schwärzlicher Lederbeutel aus, mit vier Hörnern oder Griffeln an seinen vier Ecken. Der Dotter eines solchen Eies

ist ungefähr von der Größe einer Walnuß, obwohl er, je nach der Species, größer oder kleiner sein kann. Alle Arten der Rochen und Haifische haben solche Eier; obgleich sie nicht Alle dieselben legen; bei vielen Arten entwickeln die Jungen sich im Mutterleibe.

Die Chimära hat ein noch viel seltsameres Ei. Es ist wie ein Blatt aus Pergament gemacht; im Mittelpunkte ist eine Höhlung, welche den Dotter enthält.

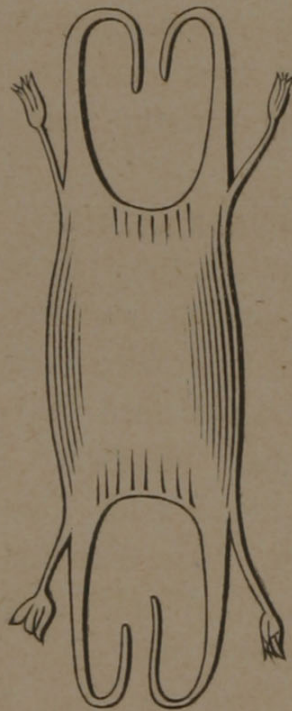


Fig. 1. Rochenei.

Die Anzahl der Eier ist bei Thieren ein und derselben Klasse gleichfalls eigenthümlich verschieden. Die Eier (oder wie wir sie nennen, der Laich) einiger Fische sind außerordentlich klein und werden in großen Massen gelegt. Der Kogen eines einzigen Härrings besteht aus hundert tausenden von Eiern. Andere Fische legen nur einige Duzend auf einmal, und bei einzelnen Arten sind sie von beträchtlicher Größe. Manche Fische lassen ihren Laich ins Wasser fallen; andere machen Nester für ihre Eier; wieder andere tragen sie bei sich bis die

Zungen in ihnen entwickelt sind. Manche Catfische tragen ihre Zungen so lange in der Schnauze bis dieselben für sich selbst sorgen können. Gewisse Fische bergen ihre Zungen zwischen den Kiemen und durch die Kiemenhöhle gehen diese dann beliebig aus und ein. Noch andere tragen sie angeheftet an der Oberfläche des Bauches oder unter dem Schwanze, bei den Seenadeln (*Syngnathus*) ist sonderbarer Weise dies Amt gar den Männchen zugetheilt worden.

Bei den höheren Wirbelthieren sind die Zungen weniger zahlreich, viele Säugethiere werfen bekanntlich nur ein Zunges.

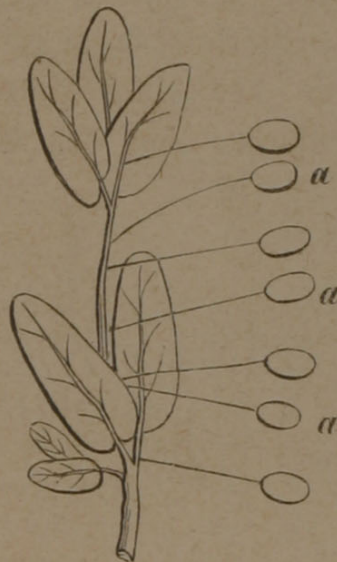


Fig. 2. Eier der Florfliege (*Chrysopa*).

Insekteneier sind im Allgemeinen zu klein um in einiger Entfernung erkannt zu werden; Sie werden kaum im Stande sein die hier vorliegenden Proben zu unterscheiden. Die Eier von Schmetterlingen werden zuweilen, in Schnüren gelegt, an die Zweige gehängt. Diejenigen gewisser Wasserinsekten werden durch schnurartige Anhängsel über dem Wasser flott erhalten. Die Eier der *Chrysopa* werden durch möglichst dünne Fädchen an die Ränder der Blätter geheftet (Fig. 2, a). Die der siebenzehnjährigen Heuschrecke (*locusta*) liegen Seite an Seite in Reihen auf den Zweigen der Bäume; und die der Gottesanbeterin (*Mantis*) werden in großen langgestreckten Klumpen gelegt,

welche sehr leicht für eine Schmetterlingspuppe oder ein coconartiges Gespinnst gehalten werden könnten.

In zwei anderen Klassen der Gliederthiere, bei den krebsartigen (Crustacea) und den Würmern variiren die Eier weniger als bei den Insekten. Bei den Crustaceen sind sie immer klein und werden an den Ruderfüßen des Hinterleibes getragen.

Im Typus der Weichthiere finden wir wieder eine große Manichfaltigkeit der Eier. Hier giebt es Eier, welche sehr leicht für Vogeleier gehalten werden könnten; ja, einige von ihnen sind wirklich größer als die meisten Vogeleier. Beim ersten Anblick würde man beispielsweise ganz gewiß glauben, daß das Ei eines *Bulimus* das eines *Colibri* sei. Andere dagegen sind völlig verschieden von den Eiern der Thiere anderer Gruppen.

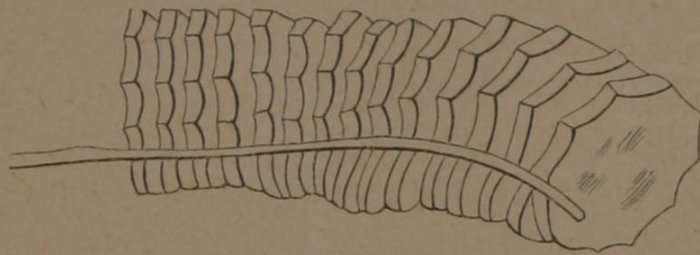


Fig. 3. Ei der *Pyrule*.

Vorstehende Abbildung stellt die aneinander gereihten Eierhüllen einer *Pyrule* dar, jede einzelne Hülle enthält 15 bis 20, bisweilen noch mehr Eier. Andere Schnecken legen Eierklumpen und umhüllen dieselben mit einem Futteral. Die Strandmuschel (Periwinkle) legt eine Unmasse von Eiern, einen Klumpen größer als ihr eigenes Gehäuse. Hier sind auch die sogenannten Sandbeizer, die Eierklumpen der *Natica* zu erwähnen. Deren Eiermasse wird zwischen dem Gehäuse und dem weichen Thierleibe hervorgepreßt und so reichlich, daß sie die ganze Oberfläche des Gehäuses bedeckt und die Form des Gehäuses gleichsam abgießt. Da sich das Thier während des

Eierlegens in den Sand gräbt, häufelt sich dieser auf den Eiern an, und bildet auf diese Weise eine scheibenartige Gestalt der Eiermasse. Wenn Sie einen solchen sogenannten Sandbeizer auseinander schneiden, so werden Sie durch und durch äußerst kleine Eierchen von kaum der Größe eines Stecknadelknopfes dicht bei einander gelegt finden, und jedes dieser Eierchen enthält vielleicht sechs bis sieben Individuen. Bei den zweischaligen Muscheln ist der Unterschied der Eier bei weitem nicht so groß wie bei den Schnecken. Allermeist klein ähneln sie vielmehr dem Frosch- und Fischlaich und werden gewöhnlich auch von der Mutter in dem Mantel zurückbehalten.

Bei den Strahlthieren, dem unvollkommensten Typus des Thierreiches, sind die Eier meist mikroskopisch. Ich werde später mehr über dieselben zu sagen haben, sowie auch über einige bei diesen Thieren vorkommende Arten der Reproduction. Ehe ich jedoch auf diesen Theil meines Themas näher eingehe, wünsche ich zuvor einen allgemeinen fundamentalen Abriss über alle Eier und alle Thiere zu geben. Alle Eier, sowohl die der Wirbelthiere, wie der Glieder-, Weich- und Strahlthiere, scheinen in gewissen Stadien ihrer Entwicklung im Bau übereinzustimmen. Keine Untersuchung ist bis jetzt im Stande gewesen irgend welchen wesentlichen Unterschied in ihnen zu entdecken. Sie Alle entwickeln sich in einem Organe des mütterlichen Wesens, in dem Eierstocke. In einigen Thieren ist dieses Organ sehr einfach; wie aber der Bau desselben auch immer sein möge, ob complicirt oder einfach, wir kennen diese Stelle im weiblichen Organismus, an welcher die Eier entstehen, in denen neue Individuen sich entwickeln. Aber behufs dieser Entwicklung muß das Ei zuvor befruchtet werden; denn was ich bisher über die absolute Identität des Eies im ganzen Thierreich gesagt habe, bezieht sich eben nur auf das Ei an sich, so lange die Befruchtung nicht erfolgt ist. Im männlichen Organismus befindet sich nun, entsprechend dem weiblichen Eierstocke, ein Organ, in welchem die Samenzellen sich bilden und die unmittelbare Berührung des Eies mit dem Inhalte dieser,

ist eine unerläßliche Bedingung für die Entwicklung eines neuen Individuums. Man kennt keine Thiere, in welchen diese correspondirenden Organe nicht vorhanden wären.

Die Fortpflanzung im Pflanzenreiche ist begründet auf ähnlichen Bildungsverhältnissen und Beziehungen. Diese für die Erhaltung des Typus wesentlichen Bedingungen, sollten von Jedem wohlerrwogen werden, der nur irgend wie dem großen Räthsel vom Ursprung alles Lebens näher treten will.

Bevor ich nun die Struktur des eigentlichen Eies bei allen Thieren vor dem Befruchtungsproceß, also vor seiner Individualisirung, darlege, möchte ich auch die andern Weisen der Fortpflanzung charakterisiren, damit Sie das ganze bezüglichliche Gebiet übersehen und ich in meinen Vergleichen nicht auf das Ei und die dasselbe befruchtenden Samenzellen mich zu beschränken brauche, sondern zugleich auf die Knospenbildung und Selbsttheilung als Fortpflanzungsweisen Bezug nehmen kann.

Vermehrung durch Theilung.

Bei den Strahlthieren, besonders den Hydroiden, ist die Vermehrung durch Knospen und durch Selbsttheilung die gewöhnliche. Ein Polyp treibt an seinem Leibe eine Knospe, welche allmählich zu einem der Mutter gleichen Individuum sich entwickelt und dann selbst wieder Sprößlinge erzeugt. Durch diese sich wiederholende Knospenbildung entsteht ein Familienstock. In manchen Fällen aber lösen die Knospensproßlinge vom mütterlichen Leibe sich ab und werden zu freien selbstständigen Einzelwesen. In gewissen Gruppen weichen jedoch diese sich ablösenden Sprößlinge in Gestalt und Bau von der Mutter ab und erst ihre Knospen entwickeln sich zu den ihrer Mutter gleichen Nachkommen. Manche Hydroiden, und selbst einige der höheren Quallen vermehren sich noch einfacher durch Selbsttheilung. Durch Einschnürung theilt sich ihr Leib in regelmäßigen Zwischenräumen quer; und jeder solcher Theil

wird, wenn abgestoßen, ein neues Individuum, während die Mutter in ihrer Lebenskraft nicht beeinträchtigt wird. Auch gewisse Würmer vermehren sich auf diese Weise; sie theilen sich in Stücke, und jedes solches Stück bildet sich zu einem neuen und vollkommenen Wesen aus. Auch die Längstheilung führt zu demselben Resultat. Es ist nicht nur wahr, daß es noch andere Weisen der Fortpflanzung als die durch Eier giebt, es ist auch anerkannte Thatsache, daß der Gegensatz zwischen Männchen und Weibchen, auf welchem der ganze Proceß der Zeugung und Vermehrung zu beruhen scheint, nicht immer zur Erzeugung eines neuen Lebens nothwendig ist. Es giebt Fälle, in welchen ohne irgend eine vorausgegangene Befruchtung ein Keim sich entwickelt, alle Veränderungen durchläuft und endlich zur völligen Reife gelangt. Diese wichtige Entdeckung danken wir v. Siebold, welcher die ganze Geschichte des unbefruchteten Eies in verschiedenen Insektenarten verfolgte, und zwar mit einem Scharfsinn und einer Gründlichkeit, welche keinen Zweifel an seinen Resultaten aufkommen läßt. Ferner giebt es auch Fälle, in welchen das aus dem befruchteten Ei hervorgehende Individuum wesentlich verschieden ist von dem in dem unbefruchteten Ei sich entwickelnden. Auf dieser Verschiedenheit beruht beispielsweise die ganze Oekonomie der Bienenstaaten. Aus allen Eiern nämlich, welche die Königin vor der Begattung¹ legt, entwickeln sich Männchen oder sogenannte Drohnen. Die Arbeiterbienen dagegen sind Weibchen mit verkümmerten Fortpflanzungsorganen, hervorgegangen aus befruchteten Eiern der Königin. Die Arbeiterinnen wählen nun eine aus ihrer Mitte, und diese wird durch besondere Pflege, Fütterung u. s. w. zur geschlechtsreifen und fortpflanzungsfähigen Königin, deren alleinige Aufgabe die Vermehrung des Volkes,

¹ Die Bienenkönigin legt überhaupt erst Eier nach der Begattung, ist aber nach v. Siebold im Stande dieselben beim Ablegen zu befruchten und in den nicht befruchteten entwickeln sich die männlichen Bienen.

die Vergrößerung des Bienenstaates ist. Unter den Schmetterlingen sind einige bekannt geworden, welche vollkommene Männchen und Weibchen aus unbefruchteten Eiern erzeugen.

Was nun, fragen wir, ist die Bedeutung des Eies? Ist das Ei an sich schon ein Individuum? Ist es ein neues Wesen? Ich denke wir werden später zu der Schlußfolgerung gelangen, daß das Ei das neue Wesen ist, mit einer Individualität, d. h. mit einem typischen Charakter begabt, so entschieden, daß nie und nimmer von Anbeginn der Welt an das Ei irgend eines Thieres ein Thier erzeugt, welches im Wesentlichen von der Mutter sich unterschied; oder daß das Samenkorn wesentlich abgewichen wäre von der Pflanze, welches eben jenes Samenkorn erzeugte. Welche Phasen nun auch das Ei durch zu machen haben mag, und wie sehr es auch dem reifen Zustande irgend eines niederen Typus vorübergehend ähneln mag, es hat nie und nimmer irgend etwas Anderes erzeugt, als die Species, von welcher es selbst erzeugt worden ist. Es ist kein einziges Beispiel einer Abweichung von diesem ewig wiederkehrenden Kreislauf der Entwicklung bekannt, welcher uns die Aufeinanderfolge specifisch identischer Wesen als Erfolg der Zeugung zeigt, mag die Vermehrung nun durch Eier, Knospen oder durch Theilung geschehen. Es giebt durchaus keine andere Weisen der Fortpflanzung als eben diese drei.

Nun führt aber ein Ei nicht immer nur zur Bildung eines Individuums. Das Ei der Natica z. B. theilt sich oft um mehre zu bilden, obwohl es auch nur ein einziges Individuum entwickeln kann. In vielen Fällen jedoch beginnt das Ei der Natica mit einem Dotter; dieser zerfällt dann in zwei, vier und sogar mehr, und theilt sich auf diese Weise in eine zahlreiche Nachkommenschaft, auf welche alle specifischen Eigenthümlichkeiten übergehen.

Ganz abweichend von dieser Vermehrung der Individuen bei Natica verhält sich die Entstehung der Zwillingsgeburten bei höheren Thieren, z. B. den Säugethieren, bei ihnen entwickelt sich jedes Junge in einem eigenen Ei. Ebenso entstehen

jene Monstrositäten der Säugethiere mit zwei Köpfen und dergleichen Doppelmißgeburten durch das Zusammenfließen zweier Eier. Jene Vermehrung in einem Ei bei Natica ist ein der Selbsttheilung der Polypen und Würmer analoger Proceß; bei diesen ist es gleichsam eine Wiederherstellung verlorener Theile, bei Natica dagegen das primitive Ei, das sich in mehre Individuen auflöst.

Je weiter wir nun diese verschiedenen Weisen der Vermehrung unter den Thieren prüfen, um so mehr überzeugt uns die Thatsache, daß die Erhaltung der Idee, des Typus, die Beharrlichkeit gewisser Züge in der organischen Welt, der Urzweck und unleugbare unabweisliche Erfolg ist. Dies ist wenigstens der Schluß, zu welchem all meine Studien der Entwicklungsgeschichte mich geführt haben.

Eier mit vierjähriger Entwicklung.

Die Erzeugung der Individuen ist keine ununterbrochene, sie ist eine periodische und diese Periodicität bei verschiedenen Thieren eine verschiedene. Einige bedürfen einer langen Entwicklung bevor sie Eier erzeugen; andere legen schon früh im Leben, Hühner und andere Vögel legen bereits im ersten Lebensjahre; Süßwasserschildkröten dagegen erzeugen nicht vor ihrem zehnten oder elften Jahre, zuweilen nicht vor ihrem zwölften, Junge. Bei unseren schwarz und gelb gefleckten Sumpfschildkröten und bei der bunten bedürfen die Eier einer vierjährigen Entwicklung, bevor sie gelegt werden. Zergliedern Sie eine sieben Jahre alte Schildkröte dieser Art; Sie werden nur sehr kleine Eier und alle von gleicher Größe in ihr finden; in der acht Jahre alten dann zwei Entwicklungsstufen von Eiern, große und kleine, in der neunjährigen aber Eier von dreifach verschiedener Größe, die ältesten nun schon von Erbsengröße, im zehnten Jahre endlich hat die Schildkröte Eier von vierfach verschiedener Größe und in diesem Alter legt sie zum

ersten Male, nämlich die ältesten und größten, nun erst reifen Eier.

Ganz im Gegensatz zu dieser Schildkröte entwickeln andere Thiere ihre Eier schon binnen wenigen Wochen zur vollen Reife. In unserer gemeinen Qualle mit rosenrothem Eierstock z. B. entstehen die Eier im Mai, sind im Juli schon alle gelegt, und die Jungen beginnen ihr unabhängiges Leben. Auch die Zeit des Eierlegens ist bei verschiedenen Thieren außerordentlich verschieden: einige legen im Frühling, andere im Hochsommer, wieder andere, wie die Forellen, Lachse und dergleichen, im Herbst.

Die früher bereits erwähnte Ungleichheit der Zahl ist ein anderer dunkler Zug dieses Räthsels der Fortpflanzung. Fast scheint es, als bedürften gewisse Thierarten eine bei Weitem zahlreichere Nachkommenschaft zur Erhaltung ihres Typus als andere. Einige Arten vermehren sich zu hundert Tausenden, ja Millionen; andere erzeugen jedesmal nur ein einziges Junges, höchstens zwei oder drei. Einige gebären nur einmal, dann sterben sie; andere, von zäherer Lebenskraft, bringen viele Jahre hindurch immer wieder neue Brut. Diese verschiedenen Verhältnisse der Fortpflanzung, der Zeitdauer und Reifung, dieser außerordentliche Unterschied in dem Vermögen der Vermehrung und Erzeugung, ist ohne Zweifel eine nothwendige Bedingung im Haushalte des Thierreiches. Es spielt dabei kein Zufall, keine Laune und Jeder, der über die uranfängliche oder allmähliche Einführung verschiedener Typen der Organismen, welche auf der Erdoberfläche im Laufe der Zeiten einander folgten, sich Rechenschaft geben will, muß stets zugleich auch sich bewußt sein, daß in diese Erklärung nothwendig der ganze Plan der Fortführung und Uebertragung der charakteristischen Eigenthümlichkeit aufzunehmen ist.

Ehe ich die heutige Vorlesung schließe, möchte ich noch als Vorbereitung für die nächste Ihnen erklären, was ein Eierstocksei ist. Bei vielen Thieren hat das Ei nur mikroskopische Größe, aber welche Dimensionen es auch haben mag,

immer besteht es aus einer äußeren Blase gefüllt mit einer durchscheinenden, bisweilen öartigen Flüssigkeit, und aus einer inneren Blase, deren gleichfalls durchsichtige Flüssigkeit besonders albuminös ist. In der inneren Flüssigkeit befindet sich ein oder auch einige mehr oder minder scharf umgränzte Flecken oder Pünktchen, das sogenannte Keimbläschen mit dem Keimfleck. In diesen wesentlichen Theilen stimmen die Eier aller Thiere ohne Ausnahme völlig überein.

Dritte Vorlesung.

Die Entwicklung der Eier.

Jedes Ei beginnt als einfache Zelle. — Ähnlichkeit in der Entwicklung bis zu einem gewissen Stadium. — Dann deutliche und schnelle Abweichung.

Ich schloß meine letzte Vorlesung mit der Bemerkung, daß, bevor man an die Frage vom Ursprunge herantritt, man nothwendig mit den Bedingungen, unter welchen die organischen Wesen sich vermehren, genau bekannt sein müsse. Leider wird aber dieser Punkt bei Behandlung unseres Themas nur zu häufig vernachlässigt. Ich beabsichtige nun, Ihnen so einfach und methodisch als es mir möglich die Bedingungen darzulegen, unter welchen das organische Leben auf der Erde fortbesteht.

Verwirklichen Sie sich, daß alle jetzt mit uns lebenden organischen Wesen, wie sehr sie auch unter einander verschieden sind, vor ganz kurzer Zeit Eier waren; daß es kein menschliches Wesen, kein Säugethier, noch einen Vogel, Reptil oder Fisch giebt, der nicht Ei gewesen ist. Daß Generation auf Generation eben diese Eier neue Wesen erzeugen, immer denen gleich, von welchen sie selbst erzeugt wurden, und daß gerade dieses die unerläßliche Bedingung für das Bestehen alles uns bekannten Lebens ist. Aber weiter noch. Außer den Individuen, welche Eier zu erzeugen befähigt sind, muß es entsprechende Individuen geben, von welchen die Eier den Impuls empfangen, der zur Entwicklung des Jungen im Ei führt. Mit anderen Worten:

das Ei muß durch Beeinflussung von Außen erweckt werden, nämlich durch eindringende Samenzellen zu den allmählichen Veränderungen und Umwandlungen, welche zur Bildung eines neuen Individuums führen, angeregt werden. Dies geschieht bei allen Thieren, denen das Vermögen durch Knospen und Selbsttheilung sich fortzupflanzen nicht zu Theil geworden ist; obwohl, wie ich schon in meiner letzten Vorlesung sagte, es gelegentliche Ausnahmen von der Regel giebt, so die Bienen und Schmetterlinge, welche auch durch nicht befruchtete Eier lebende Wesen erzeugen.

Wir haben unter den niederen Thieren und besonders unter den Radiaten viele, welche alle drei Arten der Fortpflanzung in sich vereinigen, indem sie sich zu verschiedenen Zeiten durch Eier, Knospen und Selbsttheilung vermehren. Andere dagegen pflanzen sich nur durch die beiden ersten, ohne die dritte, fort; unter den höheren Thieren aber ist die Fortpflanzung durch Eier die einzige bekannte Art. Weder Säugethiere, noch Vögel, Reptilien oder Fische vermehren sich auf andere Weise und unter den Gliederthieren kennen wir nur einige Würmer, welche durch Selbsttheilung sich fortpflanzen. Nur die unvollkommensten Vertreter der Weichthiere, die Ascidien und Bryozoen führen ihren Typus durch Knospenbildung fort und unter den Radiaten kommt bei keiner der höheren Gruppen, den Holothuriern, Seeigeln und Seesternen diese Fortpflanzungsweise vor. Selbst unter den Crinoiden ist Knospenbildung selten, und erst weiter abwärts, bei den Quallen und Polypen, ist diese Art der Vermehrung häufig. Ich werde später diese Vorgänge, insbesondere die Knospenbildung mit der gewöhnlichen Fortpflanzungsweise durch Eier vergleichen, zunächst beleuchte ich nur die letzte.

Die Bildung der Eier.

Ich will nun unsere gegenwärtige Kenntniß von dem Wesen des Eies und dessen Bildung darlegen. Da das Ei beständig

bis zu seiner vollkommenen Ausbildung wächst, so ist es schwer, eine Beschreibung zu geben, welche alle Entwicklungsstufen desselben erschöpfend berücksichtigt, da ja jede folgende Stufe der Entwicklung von der vorhergehenden und von der späteren sich unterscheidet. Die Eier entstehen ohne Ausnahme am Eierstock, der selbst von traubenartig gruppirten Drüsenzellen gebildet ist. Zwischen diesen Zellen entwickeln sich nun die Eier und zwar in der Weise, daß man ihre ersten Anlagen kaum von den Zellen selbst zu unterscheiden vermag. Denselben Entwicklungsgang haben die Samenzellen, in Organen ähnlich den Eierstöcken und in ihren ersten Anlagen denen der Eier vollkommen gleich. So haben wir die Entwicklungsvorgänge, welche beide Geschlechter im Thierreiche charakterisiren, beide einander so überaus ähnlich in ihren Anlagen, daß wir die eigenthümliche Wesenheit eines jeden kaum durch die Beobachtung entscheiden können. Nur durch weitere Entwicklung, durch den Einfluß, welchen das eine auf das andere ausübt, und durch die Folgen dieses Einflusses, vermögen wir erst den wesentlichen Unterschied beider Geschlechter zu erkennen.

Um eine volle Einsicht in das Wesen des Eies zu gewinnen, müssen wir uns erinnern — was wir erst seit ungefähr einem halben Jahrhundert wissen — daß alle organischen Wesen aus kleinen Bläschen, die wir Zellen nennen, sich aufbauen, die auf verschiedene Weisen sich bilden und vermehren. Die meisten dieser Zellchen sind so klein, daß wir sie nur mit Hülfe starker Vergrößerung wahrzunehmen vermögen. Doch giebt es einige Zellgewebe deren Struktur groß genug ist, um mit unbewaffnetem Auge erkannt zu werden, z. B. die Zellen des Markes bei dem gemeinen Hollunder oder die groben Zellen der Orange. Es ist eines der größten Probleme der neueren Forschung, sich zu vergewissern, wie die verschiedenen Arten dieser Zellen sich bilden, und auf welche Weise sie sich vermehren; denn es scheint nicht, als ob unter allen Verhältnissen Zellen auf dieselbe Weise sich bilden. Einige Naturforscher nehmen an, daß in der von einem lebenden Wesen ausgeschiedenen

thierischen Substanz, z. B. in der von den Brustdrüsen abgesonderten Milch, oder in ähnlichen Substanzen anderer Organe, gewisse Theilchen zu Mittelpunkten der Thätigkeit werden, um welche herum andere Theilchen sich anhäufen und wenn eine kleine Anzahl dieser mikroskopischen Partikelchen sich gesammelt hat, so entsteht um sie herum eine Hülle und wir haben eine Zelle. Andere dagegen glauben, daß äußerst kleine, nicht wahrnehmbare Theilchen thierischer Substanz schwellen, sich vergrößern, hohl werden und so ein Bläschen entsteht, eine Zelle sich entwickelt und mit Flüssigkeit gefüllt wird.

Abweichende Ansichten über räthselhafte Vorgänge.

Es giebt auch Naturforscher, welche annehmen, daß beide Arten der Zellenbildung in ein und demselben Wesen gleichzeitig vorkommen. Für meinen Zweck ist eine kritische Beleuchtung dieses Gegenstandes nicht nothwendig. Unzweifelhaft fest steht, daß durch traubenartiges Ansammeln von Partikeln neue Zellen innerhalb anderer Zellen entstehen; durch Anhäufung kleinster Atome thierischer Substanzen Bildungsherde gebildet werden können. Der Bildungsvorgang selbst ist sehr schwer zu verfolgen; und bei eingehender Betrachtung werden wir daran erinnert, was uns die Astronomen von fernen Körpern im Weltenraum berichten, die, wenngleich mit dem stärksten Teleskop untersucht, uns doch nur als unregelmäßige Nebelflecke erscheinen, während andere scharf umgrenzt den unserer Erde mehr genäherten und darum uns besser bekannten Himmelskörpern ähnlicher zu sein scheinen. Wir haben es hier gleichsam mit den Nebelflecken im thierischen Organismus zu thun. Die Geheimnisse der Zellenbildung sind in der That ebenso schwierig zu durchdringen, wie die Nebelflecke der Astronomen. Darum darf es uns denn auch nicht wundern, wenn Philosophen und Naturforscher in der Deutung der Naturerscheinungen nicht immer übereinstimmen über Phänomene, welche nicht nur geistig schwer

zu erfassen, sondern auch von dem körperlichen Auge schwierig zu erkennen sind. Stimmen doch selbst hinsichtlich der Thatfachen die Forscher nicht immer überein, wie viel weniger über deren Deutung. Der wahrhaft Gebildete enthält sich des Urtheils und der Meinungsäußerung, so lange die Beobachtung nicht außer Zweifel gestellt ist. Was wir suchen, kann vielleicht erst durch schärfere Beobachter und zweckmäßigere Hilfsmittel der Beobachtung sicher ermittelt werden. Die Meinungsverschiedenheiten beruhen bisweilen auch auf den verschiedenen Fähigkeiten und Bildungsgraden der Forscher. Zwei Forscher treten an dasselbe Problem mit Fähigkeiten und Vorbildung, welche ihre Resultate entscheidend beeinflussen. Sie können bei aller Aufrichtigkeit zu ganz verschiedenen Schlußfolgen gelangen, und nur der durch geeignetere Beobachtungsmittel gewonnene positive Beweis der Thatfachen wird die Frage entscheiden.

Eierstockseier und deren Zellenelemente.

Bis jetzt wissen wir nur ungenügend, was Eier sind; noch ungenügender kennen wir deren Bildung und noch weniger Einsicht haben wir in ihre Lebensthätigkeit. Und dennoch ist die Masse der sie betreffenden Thatfachen eine wahrhaft überwältigende. So viel jedoch steht positiv fest, zwischen der ersten Entwicklungsstufe der Eierstockseier und dem elementaren Stadium der Zellen, wie solche die thierischen Substanzen bilden, besteht kein wesentlicher Unterschied. Wir können mit Recht behaupten, daß das Ei nur eine Zelle eigenthümlicher Art ist, erzeugt im thierischen Körper unter besonderen Verhältnissen zu einem specifischen Zweck. Aber dies gilt auch von jeder anderen Zelle im Gewebe des lebenden Organismus. Die langen fadenartigen Zellen, welche dem Muskelfleische die faserige Struktur verleihen, unterscheiden sich in ihrer ursprünglichen Anlage durchaus nicht von den Zellen, aus welchen das Gehirn, das Blut, das Knochengerüst sich entwickeln; alle aber modificiren sich in der

fortschreitenden Entwicklung nach dem Gewebe, an dessen Bildung sie Theil nehmen. Zellen, welche zur Bildung einer Drüse sich vereinigen, können Speicheldrüsen sein, und ihre Function wird sein, Speichel abzusondern; oder sie vereinigen sich zu Milchdrüsen und können so modificirt sein, daß sie eine Milchart in diesem Thiere, eine andere Milchart in jenem erzeugen.

Indem so durch den ganzen lebendigen Organismus hindurch die Zellen verschiedene Gewebe bilden, haben sie für jedes derselben ihre Eigenthümlichkeiten; und dennoch sind ursprünglich alle Zellen gleich. Niemand vermag im Reime eines Fisches oder eines Hühnchens jene Zellen, welche mit ihren einander folgenden Zellengenerationen zur Bildung des Gehirnes führen, von denen zu unterscheiden, welche zur Bildung des Knochengerüsts dienen, oder des dasselbe umgebenden Fleisches. Die meisten zoologischen Forschungen sind gegenwärtig auf diesen Gegenstand gerichtet, d. h. sie spüren den allmählichen Umbildungen der Zelle innerhalb der Zelle aus der homogenen Substanz heraus, nach, so wie dieselbe zuerst im Ei enthalten ist. Die früheste Anlage des Eies ist erst bei sehr wenigen Thieren beobachtet worden, selbst das vollkommen reife Ei ist gründlich untersucht worden nur erst bei sehr wenigen Thieren. Hier nun möchte ich Sie vor zu früher Generalisation warnen, und Sie daran erinnern, wie gering die Zahl der Thatfachen ist, auf welche sich jede Generalisation dieses Gegenstandes gründet. Wohl möglich, daß viele der jetzt herrschenden Angaben über Geburt und Fortpflanzung mit der fortschreitenden Wissenschaft sich ändern. Unter den Säugethieren ist das Ei nur erst von einem halben Duzend Species untersucht worden; und dessen Entwicklung von der ersten Anlage bis zur vollen Reife ist kaum je in irgend einem Säugethier in ununterbrochenem Zusammenhange beobachtet worden. Fast Alles, was wir von dem frühen Zustande des Eierstockseies der Vögel wissen, danken wir der genauen Untersuchung des Eierstockes der Hühner. In der Klasse der Reptilien ist die erste Bildung des Eies in

Schildkröten erforscht worden; während für die übrigen Familien dieser Thierklasse nur erst wenige Beobachtungen über die späteren Entwicklungsstadien der Keime vorliegen.

Noch dürftiger sind wir über die frühen Stadien des Wachstums der Fischeier unterrichtet, indem nicht ein halbes Duzend Fischarten mit der erforderlichen Sorgfalt auf die Entwicklung ihres Eierstockes und dessen Eier untersucht worden sind. — Da die Gesamtzahl aller bis jetzt bekannten Wirbelthiere auf etwa 25000 sich stellt, gar nicht zu gedenken der Heerschaaren der Glieder-, Weich- und Strahlthiere, werden Sie sofort erkennen, daß unseren Ansichten und Betrachtungen über den Ursprung und die Entwicklung der Eier ein weiter Spielraum gegeben ist.

Beschreibung der Eier der Säugethiere.

Nach diesen Vorbemerkungen lassen Sie uns nun das Eierstocksei, so weit wir dasselbe kennen, näher betrachten und dann zu seiner Vergleichung mit dem uns bekannten der anderen Wirbelthiere übergehen. Im Zustande voller Reife vor der beginnenden Entwicklung des Embryo erscheint das Säugethierei als Bläschen, die sogenannte Zona pellucida mit außerordentlich durchscheinenden Wänden. Dieses Bläschen ist mit einer gleichfalls durchscheinenden Flüssigkeit erfüllt, welche indeß bei sehr starker Vergrößerung granulirt erscheint, wie wenn kleine Thierchen in ihr flottirten. In diesem äußeren Bläschen befindet sich ein zweites sehr kleines inneres ebenfalls mit klarer Flüssigkeit erfüllt, und excentrisch gelegen, nahe der Peripherie des äußeren. In ihm machen sich ein oder einige Fleckchen bemerklich. Diese Theile des reifen Eies haben besondere Namen erhalten und zwar heißt die äußere Blase Dotterblase, weil sie der ungemein zarten Haut um den Dotter des Hühnereies entspricht. Das Eigelb wird auch hier Dotter genannt, gleichviel ob er klar und durchsichtig ist. Der Naturforscher beschränkt also den Namen Dotter nicht auf jene

gelbe Substanz in den Vogeleiern, sondern begreift darunter überhaupt die von der Dottermembran umhüllte Substanz jeglichen Eies. Das innere Bläschen ist Keimbläschen genannt worden, und zwar weil man früher annahm, daß von ihm der Keim, die Entwicklung des Embryo beginne. Der Name ist beibehalten worden, doch ersuche ich Sie im Voraus von dem Glauben sich fern zu halten, als stehe das Keimbläschen in irgend einer näheren Beziehung zur Entwicklung des neuen Individuums. Das oder die Fleckchen innerhalb des Keimbläschens heißen gewöhnlich Keimfleck. Von ihrem ersten Entdecker sind diesen Theilen andere Namen beigelegt worden. Professor Purkinje in Breslau war der erste Entdecker des Keimbläschens und ihm zu Ehren nennen es einige Physiologen das Purkinjesche Bläschen. Professor Rud. Wagner in Göttingen entdeckte den Keimfleck und ihm zu Ehren wird derselbe zuweilen auch der Wagnersche Fleck genannt.

Die Dimensionen eines solchen Säugethiereies sind sehr gering; es kommt gerade in den Bereich des Fassungsvermögens des menschlichen Auges. Geübte Embryologen vermögen auch ohne Loupe, mit bloßem Auge das reife Ei am Eierstocke zu erkennen, während andere mit schwächerem Sehvermögen oder minder geübten Blick es erst mit Hilfe der Vergrößerung sehen. Bringen Sie einen reifen Eierstock unter das Mikroskop, so werden sie daran Eier von verschiedener Größe und in verschiedenen Stadien der Entwicklung finden. In einigen ist die Dottermenge geringer als in anderen; in einigen ist das Keimbläschen mit dem Keimfleck vorhanden, in anderen beide noch nicht gebildet; man findet auch Bläschen ohne innere Theile am Eierstock und vermuthet, daß dieselben Eier auf der ersten Entwicklungsstufe seien.

Veränderungen in der Entwicklung des Eies.

Hier gerade fehlt unseren Beobachtungen der ununterbrochene Zusammenhang. Ist die Dottermembran zuerst gebildet

und dann das Keimbläschen, zuletzt der Keimfleck? Oder geht, wie einige Beobachter vermuthen, die Bildung des Keimbläschens der Ansammlung der dasselbe umhüllenden Dottersubstanz voran, und bildet sich die äußere Hülle des reifen Eies, die Dottermembran zuletzt?

Ich will zunächst nicht meine Ansicht über die zeitliche Entwicklungsfolge dieser verschiedenen Theile aussprechen, vielmehr einfach Ihnen einige Thatfachen vorlegen, die auf diese Untersuchungen sich stützen. Selbstverständlich können Sie selbst nicht leicht sich Gewißheit verschaffen, denn wenn Sie den Eierstock unter das Mikroskop bringen, ist dessen Lebensproceß und folglich auch die Entwicklung gestört; das Ei ist todt und Sie sehen nur das Stadium der Entwicklung, welches Sie eben gehemmt haben. Welche Verhältnisse nun auch dem Zustande des Säugethieres, den ich geschildert habe, vorausgehen mögen, in welcher Folge äußere Membran, Keimbläschen und Keimfleck sich entwickeln, gestatten Sie mir die Aeußerung, daß innerhalb des Eies, einfach wie es am Eierstock ist, eine Reihe von Veränderungen beginnt, welche mit der Anlage des Keimes enden. Dieser Entwicklungsvorgang ist in all seinen Phasen zuerst von Carl Ernst von Baer, dem großen Embryologen, sorgfältig untersucht worden, der nächst seinem Meister, Döllinger, der Begründer dieser Wissenschaft ist; nach ihm beobachtete weitgreifender und tiefer eingehend das Säugethiere Professor v. Bischoff in München, der alle Entwicklungsstufen des Kaninchen-, Hunde-, Meerschweinchen- und Reheies schrittweise verfolgte. Diese vier Arten sind die einzigen Säugethiere, von welchen wir eine vollständige embryologische Geschichte besitzen. So ist unser Beobachtungsgebiet noch sehr klein, aber die Summe der Thatfachen, welche Bischoff gesammelt und in seinen Werken niedergelegt hat, machen ihn zu einem Meister dieser Wissenschaft und er in der That hat den Grund gelegt zu unserer Kenntniß von der Entwicklung der Säugethiere, wenn schon wir die Forschungen Dr. Martin Barrys daneben nicht vergessen dürfen.

Ich will nicht auf die Veränderungen eingehen, welche Platz greifen, nachdem das Ei seine vollkommene Reife erreicht hat, sondern mich nur auf eine Vergleichung des Eies verschiedener Thiere beschränken. Bei den Vögeln zunächst finden wir im Eierstocke Eier, welche in keiner Weise von denen am Eierstocke der Säugethiere unterschieden werden können, angenommen, daß wir in jenen eine viel größere Anzahl von Eiern finden, und deren äußere Umhüllung eine viel dünnere ist. Außer diesen sehr kleinen Eiern sind auch größere darin, Eier von so beträchtlichen Dimensionen, daß sie dem unbewaffneten Auge nicht bloß sichtbar sind, sondern auch mit Leichtigkeit gehandhabt werden können. Ein reifes Ei im Eierstocke der Henne ist ungefähr von der Größe einer kleinen Wallnuß. Es hat noch keine Schale, kein Weißes; besteht aber aus der von der Dottermembran umhüllten Dotterkugel mit innerem Keimbläschen und Keimfleck. Diese Thatsache führt uns sofort zu einer weiteren Untersuchung der Dotterflüssigkeit im Säugethiere. Diese Frage ist von verschiedenen Forschern verschieden beantwortet worden. Aber unbeanstandet unterscheidet sich das reife Eierstocksei des Vogels von dem des Säugethieres durch seine viel größere Dottermasse und dadurch, daß diese aus einer Anhäufung von Myriaden von Zellen besteht. Diese Zellen können unter dem Mikroskope beobachtet werden. In Ermangelung einer guten Abbildung vom Hühnerei gebe ich Ihnen umstehend das Bild eines reifen Eierstockseies der *Emys punctata*, welche dem Zwecke wohl entsprechen wird.

Stellen Sie sich nun vor, ich legte Ihnen ein Eierstocksei der Henne in solcher Vergrößerung vor, daß das Keimbläschen allein so groß erschiene wie ein ganzes Ei zur Zeit seiner Reife; dann würden wir finden, daß der ganze Dotter entweder aus kleinen Körnchen oder aus kleinen Bläschen besteht, welche einander so sehr sich gleichen, daß wir fast zu der Annahme gezwungen worden, diese Bläschen seien nur Körnchen, die angeschwollen und hohl geworden sind. Neben diesen kleineren Bläschen sind andere, etwas größere, welche selbst wieder

ein Bläschen und ein Körnchen enthalten; d. h. solche, welche den wahren Charakter gewöhnlicher Zellen haben. Die ganze Masse des Dotters besteht ja aus solchen granulirten Bläschen und wahren Zellen. Der Dotter ist in der That eine Anhäufung von Zellen in verschiedenen Entwicklungsstufen. Ein großes Eigelb, oder das große Eierstocksei der Henne, mit dessen Inhalt war zu einer Zeit selbst so klein, daß es dem Sehvermögen des menschlichen Auges entging. Wir können einen

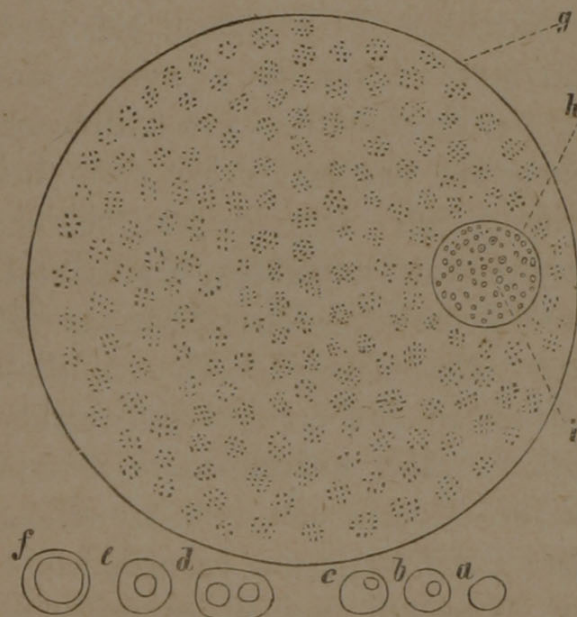


Fig. 4. Eierstockseier der Sumpfschildkröte. 280 lineare Vergrößerung. (a, b, c, d, e, f, Wagnersche Flecke im Purkinjeschen Bläschen 1,000 lineare Vergrößerung; g Dottermembran; h Purkinjesches Bläschen; i Inhalt des Purkinjeschen Bläschen. — Das Bild stellt ein Beispiel dar, in welchem die Zellmembranen zerstört sind, aber der körnige Inhalt jeder Zelle wie traubige Masse beisammen geblieben ist.)

Theil des Hühnereierstockes unter das Mikroskop bringen und sehen sofort kleine Eier, welche das bloße Auge nicht erkennt, und daneben Eier in verschiedenen Entwicklungsstadien. Wir finden, daß die kleinsten den Eiern unserer Säugethiere gleichen, indem sie eine durchsichtige Flüssigkeit mit darin schwimmenden Körnchen enthalten; andere haben schon unterscheidbare Zellen, und wieder andere sind erfüllt mit so großen Zellen, daß sie die ganze Masse undurchsichtig machen. Die eigenthümliche

Farbe des Hühnereies rührt von dem die ganze Dottermasse durchdringenden gelblichen Del her. Ich glaube, das Studium des Hühnereies auf allen seinen Entwicklungsstufen läßt keinen Zweifel, daß die Zellen — wenigstens diejenigen innerhalb des Eies — durch Anschwellung der Dottertheilchen gebildet werden, und durch ihr nachheriges Wachsen zu größeren Bläschen mit einer Flüssigkeit, in welcher die Elemente einer vollkommenen Zelle schließlich ausreifen. Wir dürfen mit vollem Recht behaupten, daß sie Zellen sind, und daß die Dotterzellen in der Anzahl vorhanden sind, welche aus der Vermehrung fester Körnchen entspringt, indem diese Körnchen animale Theilchen sind, gebildet von dem Organe, in welchen sie entstehen.

Auf dieser Stufe des Eierstockseies nun, d. h. wenn es das Dotterhäutchen, das Keimbläschen und den Keimfleck erlangt, und auch gewisse Dimensionen, verschieden in verschiedenen Thieren erreicht hat, wird es, oder kann es befruchtet werden. Diese Befruchtung besteht in der unmittelbaren Berührung der Samenzellen mit dem Dotter. Worin der Einfluß dieser Berührung besteht, hat noch Niemand ergründen können. (Den Weg, auf welchen die Spermazellen das Ei erreichen und in dasselbe eindringen, werden wir später besprechen.) Von dieser Zeit an datiren die Veränderungen, welche zu der Bildung eines neuen Wesens führen. Aber das Ei der Henne hat, nachdem es befruchtet ist, sein Wachsthum noch nicht beendet. Das Hühnerei, wie wir es kennen hat eine Schale, ein diese innen auskleidendes zartes Häutchen, und eine den Dotter umhüllende Lage von Eiweiß. Diese Theile entstehen sämmtlich erst nach der Befruchtung des Eies und der dann erfolgenden Ablösung vom Eierstocke.

Specifische Unterschiede in der Entwicklung der Eier.

So sehen Sie nun, daß das Ei in dieser Klasse der Thiere, innerhalb gewisser Gränzen, so zu sagen unabhängig

ist von dem Wachsthum der wesentlichen Theile, welche zur Bildung des neuen Wesens dienen. Warum nun das Ei in jenem Zustande gelegt werden muß, um directer zu der Entwicklung des Jungen zu führen; warum der Keim im Ei des Vogels schläft, nachdem das Ei gelegt worden, bis eine gewisse Temperatur ihn weckt, das kann ich Ihnen nicht erklären, und doch sind dies Bedingungen, welche die Bildung des Keimes in Vögeln, und dessen endliche Ausbildung zu einem neuen Wesen stets begleiten. In Säugethieren — um Ihnen nur zu zeigen, welcher großer Contrast zwischen diesen beiden Klassen besteht — wird das Eierstocksei nicht abgelegt, wenn die Entwicklung des Keimes beginnt, sondern die Mutter behält es, bis die Frucht gewisse Dimensionen, ein gewisses Stadium der Entwicklung erreicht hat, das je nach den Arten ein verschiedenes ist. Jedermann weiß, daß unser Opossum Junge zur Welt bringt, so zart und so unvollkommen entwickelt, daß sie noch lange nach ihrer Geburt des Schutzes der Mutter bedürfen; sie saugen sich an die Zitzen des Weibchens an und bleiben dort Wochen lang hängen, bis sie im Stande sind für sich selbst zu sorgen. Andere Thiere werden schon mit Haarkleid geboren, aber sind blind, wie die Katzen; während wieder andere auf einer so vorgerückten Stufe der Reife geboren werden, daß sie unmittelbar nach der Geburt schon der Mutter folgen können, wie die Pferde und das Rindvieh. Wie groß nun auch die Ähnlichkeit unter den Eiern verschiedener Thiere sein mag, so giebt es doch entschieden specifische Merkmale in deren allmählicher Entwicklung. Und dies sind keine schwankenden Züge; sie gerade sind es die dem Fortbestehen der Species, in welcher sie vorkommen, eingeprägt sind. Es giebt wirklich specifische Unterschiede in dem Wachsthum und der Entwicklung der Thiere, so charakteristisch, wie nur irgend welche schließliche Differenzen des reifen Zustandes.

Lassen Sie uns nun zu der Klasse der Reptilien gehen. Die beschuppten Reptilien — die Schildkröten, Eidechsen und Schlangen — legen Eier den Vogeleiern ähnlich. Sie ent-

stehen im Eierstocke auch in ähnlicher Weise und erzeugen in allmählicher Entwicklung Dotter von ähnlichem Umfange wie in den Eiern der Vögel. Diese Aehnlichkeit ist so groß, daß ich sehr wohl berechtigt war, die Abbildung eines Schildkröten-
eies zu benutzen, um die Art und Weise des Wachsthums des Hühnereies zu erläutern. Während jedoch alle diese Eier nach der Befruchtung mit einer Schale umgeben sind, braucht das Ei nicht nothwendigerweise gelegt zu werden, wie bei den Vögeln, um das neue Wesen hervor zu bringen. Der Vogel bringt sein Junges durch Brüten hervor; er sitzt auf den Eiern und überträgt durch seine eigene Wärme die Temperatur, welche zur vollen Entwicklung der Jungen nothwendig ist. Für das Ei der Reptilien wird jene Temperatur gewöhnlich durch näher liegende Bedingungen erreicht. Zwar sitzen auch einige Reptilien, z. B. die Riesenschlange Python, auf ihren Eiern und übertragen ihnen durch ihren Körper eine höhere Wärme; aber dies ist nicht für gewöhnlich der Fall. Einige Reptilien legen ihre Eier in den Sand, wo sie durch die Sonnenwärme ausgebrütet werden. Andere legen dieselben erst, wenn die Jungen darin ihre vollständige Reife erlangt haben; dann werden diese geboren und alsogleich oder etwas später fällt die Schale ab. Wieder andere legen Eier, aus denen Junge in sehr kurzer Zeit gebrütet werden.

Durch einfache Steigerung oder Verminderung der Temperatur kann die europäische Viper in einem gewissen Stadium der Entwicklung ihrer Embryonen dazu gebracht werden, ihre Eier zu legen oder sie bei sich zu behalten, um lebendige Junge zur Welt zu bringen. Eier legende Thiere werden Ovipare genannt; aber die lebendige Junge gebärenden Reptilien sind wesentlich auch den eierlegenden gleich, denn der Entwicklungsgang ihrer Jungen ist ganz derselbe, ob er im Mutterleibe oder außerhalb desselben vor sich geht. Andere Reptilien, wie die Frösche und Molche laichen, d. h. sie legen Eier in großer Anzahl, aber von kleinen Dimensionen, nur von einer albuminösen Hülle ohne Schale umgeben; und diese Eier werden stets

erst befruchtet nachdem sie gelegt worden sind. Hier sehen Sie, welcher bemerkenswerthe Unterschied zwischen nackten und beschuppten Reptilien ist. Dieses Unterschiedes und anderer Gründe wegen, hat man sie in zwei Klassen getrennt, die beschuppten als eigentliche Reptilien, und die nackten als Batrachier oder Amphibien.

Auch bei den Fischen finden wir markirte Unterschiede in den Eiern, und die auffälligsten sind wohl die schon erwähnten

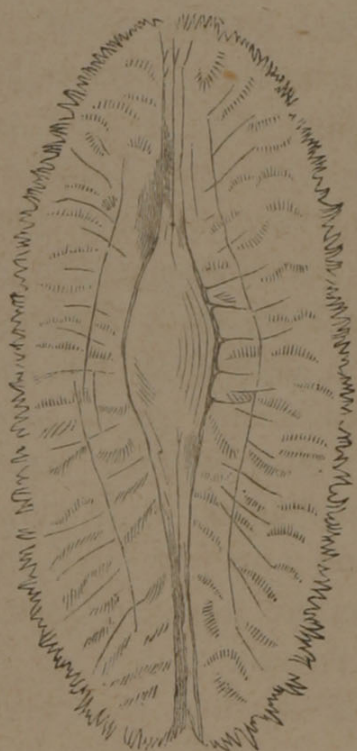


Fig. 5. Ei des Callorhynchus.

bei den Selachiern, deren Eier mit einer hornigen Hülle bekleidet sind, welche nach ihrer Befruchtung sich bildet. Wir haben bei diesen Thieren dieselben Abweichungen wie bei den beschuppten Reptilien, nämlich, daß bei einigen die Eier gelegt werden, und der Proceß des Auskriechens eine geraume Zeit nach dem Legen stattfindet; während bei anderen das Ei gar nicht eher gelegt wird, als bis das Junge seine vollständige Reife erlangt hat, und in einem zum Schwimmen befähigten Zustande geboren werden kann.

Ich werde Ihnen nun einige dieser sonderbaren Eier zeigen. Das vorstehend abgebildete ist das Ei des *Callorhynchus*, dessen mittler Theil spindelförmig oder cylindrisch ist; so auch ist die Höhlung, welche den Dotter enthält; rings um das Eifutteral befindet sich ein flaches Anhängsel; wodurch sich das Ei an unterseeische Gegenstände befestigen kann. Bei vielen Haien und Rochen wird, wie schon bemerkt, das Ei nicht eher gelegt, als bis das Junge vollständig ausgewachsen ist, so weit, daß es seine vollständige Gestalt hat. Der Dotter pflegt dann wie ein Beutelchen unter dem Körper zu hängen und wird nach gerade absorbirt, indem er dem Jungen als Nahrung dient, bis er gänzlich aufgezehrt ist.

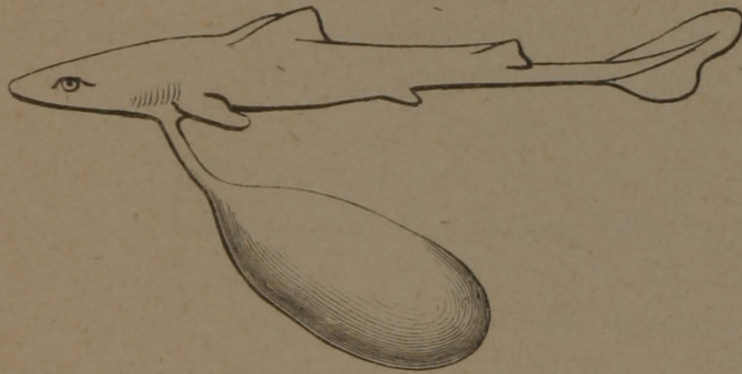


Fig. 6. Der junge Hundshai.

Hier können Sie nun den innigen Zusammenhang zwischen Ei und Embryo sehen, dieser wächst außerhalb des Dotters. Bei jenen Thieren, welche einen den Dotter schützenden Deckel oder Schale haben, finden sich immer eigenthümliche Organe, die jene Futterale erzeugen, bei den Haien und den Rochen z. B. finden wir am Eileiter eine eigenthümliche Drüse, von welcher die Eierschale bereitet wird. Der Dotter wird in einem Sack aufgenommen, in welchem er zuerst nur mit der halben Eierschale umgeben wird; darauf wird die andere Hälfte gebildet und nun ist das Ei fertig.

Vierte Vorlesung.

Frühes Leben im Ei.

Abkunft des Eies. — Angeerbte charakteristische Züge desselben. — Augenscheinliches Auflösen des Eies, der sogenannte Furchungsproceß.

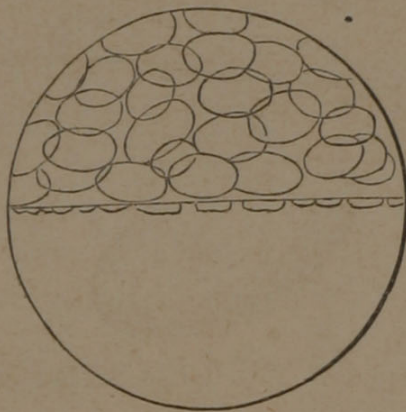


Fig. 7. Das Ei der Batrachier.

Nachdem wir uns mit der Manichfaltigkeit der Eier und mit ihren charakteristischen Eigenthümlichkeiten in verschiedenen Thierklassen im Allgemeinen bekannt gemacht haben, können wir nun zu den Funktionen des Eies selbst übergehen, d. h. zur Betrachtung des Antheiles, welchen es an der Entwicklung des Jungen nimmt. Hier kann ich aber nicht nachdrücklich genug auf die Thatsache hinweisen, daß Eier erzeugt werden und wachsen können, ohne jeglichen Einfluß des männlichen Thieres. Die Eier sind ein Erzeugniß des weiblichen Organismus und ein so charakteristisches desselben, daß das Ei in Thieren gefunden wird, die noch nicht ihre volle Reife

erlangt haben; ja man hat sogar Eierstockseier im Embryo vor der Geburt beobachtet. Die einander folgenden Generationen fangen auch nicht mit der Geburt neuer Individuen an, sondern bereits mit der Bildung des Eies, in welchem das Individuum sich entwickelt. Eben deshalb müssen wir das Ei als den Ausgangspunkt des complicirten Baues des reifen Thieres betrachten; es ist gleichsam ein Sieb, durch welches die von den Aeltern auf ihren Sprößling übertragenen Eigenschaften gesichtet werden. Jede Eigenthümlichkeit des neuen Individuums ist schon im Ei begründet. Auf diese enge Gränze sind alle Veränderungen beschränkt und es ist deshalb von höchster Wichtigkeit zu wissen, was das Ei empfängt und was es vererbt. Diesen Theil unseres Themas können wir nie genau genug prüfen und untersuchen, es ist recht eigentlich die Lebensfrage unserer Untersuchung und doch fand ich sie in keiner der jüngst versuchten Erklärungen über den Ursprung und die Manichfaltigkeit des Lebens erörtert. Das Ei entspringt im mütterlichen Organismus ohne Mitwirkung des anderen Geschlechts, und es kann nur vererben, was es unmittelbar vom mütterlichen Organismus, oder vom väterlichen Organismus durch Berührung mit dem mütterlichen, auch wohl von den Vorältern durch einen von beiden, empfängt. Es ward noch nie ein Beispiel angeführt, daß aus einem Ei etwas Anderes als ein seinen Aeltern ähnliches Wesen geworden wäre; und dennoch sind die Möglichkeiten der Modification unter diesen Verhältnissen so zahlreich, und das Gebiet der Variation so weit, daß wir uns nur um so mehr über die Beständigkeit des Typus wundern müssen.

Durch Vorältern und Geschlecht angeborene Aenderungen.

Nehmen Sie beispielsweise an, daß ein Männchen und Weibchen — ich spreche ganz allgemein ohne Beziehung auf irgend eine Species oder einen Typus — also, daß ein Männchen

und Weibchen drei Junge zeugen. Sie mögen alle drei männlich oder weiblich, oder zwei Weibchen, das dritte ein Männchen sein, oder auch umgekehrt. Alle drei können der Mutter gleichen, deren Züge, Natur und allgemeinen physischen Charakter haben, oder alle gleichen dem Vater; auch kann eines oder zwei von den dreien der Mutter gleich sein, das dritte ähnelt dem Vater, oder nur eines ist der Mutter ähnlich, die beiden anderen sind wie der Vater; oder sie können wohl auch Alle die physischen Züge beider Aeltern vereinigen; oder endlich nur eines zeigt diese Vereinigung, die beiden Anderen folgen genau dem Einen oder dem Anderen von den Aeltern. Jeder Fall, mögen die Sprößlinge mehr oder minder zahlreich sein, wird uns zeigen, welche manichfaltige Modification aus der bloßen Berührung zweier Individuen zur Erzeugung eines oder mehrerer neuen hervorgeht. Aber die Sache kann noch verwickelter werden. Diese neuen Individuen haben auch einen Großvater und eine Großmutter auf der väterlichen Seite, und einen Großvater und eine Großmutter mütterlicherseits gehabt. Sie Alle kennen hinlänglich die eigenthümliche Thatsache in Familien, die oft genug auch in den verschiedensten Thierklassen beobachtet wird, daß nämlich Kinder ihren Aeltern gar nicht, dagegen desto auffallender ihren Großältern gleichen. So können dieselben Eigenheiten, anstatt von den unmittelbaren Erzeugern, von der früheren Generation, von den Großältern, auf die Enkel übergehen, ja von den Urgroßältern, und selbst noch weiter zurück.

Diese Reproduction der Charakterzüge näher oder ferner stehender Vorfahren bei deren Nachkommen, ist so wohl bekannt und kommt so häufig vor, daß die Naturforscher sie als ein Gesetz betrachten und es kurz als Atavismus bezeichnen. Es giebt historisch festgestellte Beispiele der Wiederkehr charakteristischer Familienzüge nach dem Verlaufe mehrerer Generationen.

Complicationen des wachsenden Eies.

Alle diese Mischungen und Besonderheiten in der Vererbung, die so oft unterbrochen, scheinbar so launenhaft wiederkehren, müssen mit dem Ei in Verbindung gebracht werden, vermittelt dessen alle solche Einflüsse auf das neue Wesen übergehen. Stellen Sie sich vor, daß z. B. gewisse Züge oder Eigenthümlichkeiten, gleichviel ob physische, moralische oder geistige, von einem Großvater väterlicherseits herrühren. In einem solchen Falle wird das Ei, welches das neue Wesen erzeugt, nicht direkt die Uebertragung vererbter Eigenschaften empfangen, denn wie ich schon sagte, entsteht das Ei im mütterlichen Organismus und hat schon vor der Befruchtung ein eigenes Leben und Wachsthum. Durch die Befruchtung allein wird die Vererbung, die Uebertragung der Eigenschaften auf das neue Wesen vermittelt. Wenn das Kind nur die mütterlichen Züge erbt oder solche die nur in der mütterlichen Linie charakteristisch sind, mag dieser Fall auf den ersten Blick sehr einfach erscheinen; aber wenn wir ihn in allen seinen Folgen analysiren, so werden wir des Wunderbaren genug und zugleich die Ueberzeugung gewinnen, daß wir gegenwärtig von den geheimnißvollen Räthseln des Lebens noch fast gar nichts wissen. Welcher Art kann denn nun die materielle Uebertragung in jenen Körpern, die wir Eier nennen, sein, da sie doch selbst aus den einfachsten materiellen Elementen zusammen gesetzt sind, und im weiblichen Organismus ohne Mitwirkung des männlichen entstehen; welcher Einfluß kann es sein, ich wiederhole das, durch den alle Eigenthümlichkeiten der Vorfahren, wie sie dem einen oder dem anderen Geschlechte angehören, von Generation auf Generation übertragen werden?

Wir haben gesehen, daß das Ei in seiner Uranlage nur ein organisches Körnchen ist, das in dem Zellengewebe des Eierstockes entsteht. Dort wächst es und dort empfängt es eine merkwürdige Zusammensetzung, bevor es die succesiven Veränderungen als Ei vollständig durch gemacht hat. Nicht

eher als bis es jenen Grad erreicht hat, welchen ich als den vollkommenen beschrieben habe, empfängt es die Berührung mit den Samenzellen, von welchem Zeitpunkte an sich dann die Bildung des neuen Geschöpfes, ob männlich oder weiblich, datirt. Es ist an sich schon wunderbar, daß eine Mutter nicht unumgänglich ein ihr gleiches Wesen erzeugt, sondern eben so oft ein solches ihr so unähnliches im Bau, daß es eben mit allen Eigenthümlichkeiten des männlichen Geschlechtes ausgestattet ist. Dieser zwiefache Einfluß muß bei der Entstehung einer neuen Species berücksichtigt und mit den Bedingungen in Einklang gebracht werden, welche zur Erzeugung eines neuen Wesens nothwendig sind, eines neuen von allen vorausgegangenen Arten verschieden und doch befähigt sein Vorbild von Geschlecht zu Geschlecht zu erhalten.

Noch eine Eigenthümlichkeit giebt es in der Entwicklung des Eies, die ich bisher nicht erwähnt habe. Der Dotter, jene gleichartige Substanz, welche das Dotterbläschen füllt und in der das Keimbläschen und der Keimfleck schwimmen, muß sich einer sehr bemerkenswerthen Veränderung unterziehen, ehe er dem neuen Individuen Ursprung giebt. Er theilt sich selbst durch seinen eigenen Entwicklungsproceß in eine kleine oder große Anzahl getrennter Kügelchen.

Der sogenannte Furchungsproceß des Dotters.

Dieses Aufbrechen der ganzen Masse, scheinbar ein Zerfallen, endet mit einer Wiederverdickung der Partikelchen oder Dotterkügeln, die nun erst das Bildungsmaterial für die Entwicklung des Keimes darstellen. Dieser allgemein als Furchungsproceß bezeichnete Vorgang ist in den Eiern aller Thiere beobachtet worden. Er ist bei den Säugethieren, Vögeln, Reptilien, Fischen; unter den Gliederthieren, Mollusken und den Regulärthieren untersucht worden. Er kann mit der Befruchtung des Eies beginnen oder ohne dieselbe. Es giebt

nämlich einige Thiere, bei welchen die erste Erscheinung des Furchungsprocesses der Befruchtung voraus gehen kann; bei anderen und allermeist ist er dagegen die Folge der Befruchtung und bei keinem Thiere verläuft er ohne diese vollständig, auch bietet er bei verschiedenen Thieren gewisse Modifikationen.

Nehmen Sie z. B. den stark vergrößerten Dotter des Säugethiereies mit den schon auf der Seite gebildeten Keimbläschen. Die Dottermembran ist etwas stärker als im Vogelei und bildet um den Dotter gleichsam eine durchsichtige Zone. Der Fruchungsproceß beginnt mit einer Zusammenziehung der

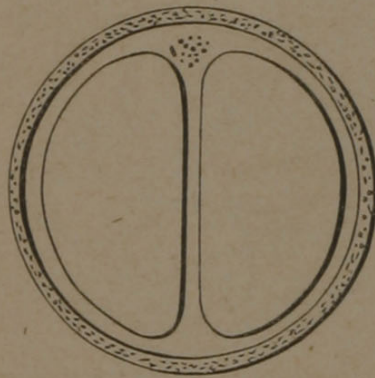


Fig. 8. Das Säugethierei während der Spaltung in zwei Theile.

Dottermasse, welche dann das Dotterbläschen nicht mehr vollständig ausfüllt. Alsogleich macht sich ein kleiner Einschnitt auf der einen Seite des Dotters bemerkbar und ihm entsprechend auf der entgegengesetzten Seite ein zweiter, beide werden tiefer und die Ringsfurche theilt ganz durchschneidend endlich die Dotterkugel in zwei gleiche Hälften. Während dieses Vorganges verschwindet das Keimbläschen, wenn es nicht schon vorher verschwunden war; bei einigen Thieren löst es sich vor Beginn des Furchungsprocesses, bei anderen während desselben auf. Nach der vollständigen Theilung des Dotters in zwei gleiche Hälften, beginnt eben diese Veränderung wieder in den beiden Hälften selbst. Man sieht Einschnitte auf beiden Seiten jeder Hälfte, und diese Einschnitte vertiefen sich bis sie zusammenstoßen und nun wiederum die beiden Dottermassen trennen;

und dann sehen wir statt der früheren einzigen großen Dotterkugel deren vier kleinere dicht beisammenliegende.

Gelegentlich scheint es als ob nicht der ganze Dotter bei diesem Vorgang theilhaftig wäre; es werden nämlich zuweilen kleine Restchen von der größeren Masse zurück gelassen. — Ob nun jene getrennten Dotterkugeln ihre eigenen Hüllen haben, ist eine schwer zu entscheidende Frage und weichen annoch die schärfsten Beobachter in ihren Ansichten darüber unter einander ab. Nachdem der ursprüngliche Dotter auf diese Weise in vier Theile getheilt ist, findet der gleiche Vorgang statt, bis die vier

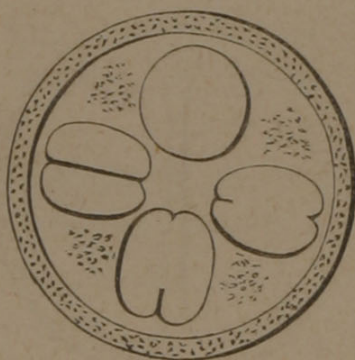


Fig. 9. Das Säugethierei durch den Furchungsproceß in vier Furchungskugeln getheilt.

Furchungskugeln sich in acht, die acht in sechszehn, die sechszehn in zweiunddreißig, die zweiunddreißig in vierundsechszig sich getheilt haben u. s. w.

Ueber diesen Punkt hinaus ist es fast unmöglich den Proceß im Einzelnen zu folgen, denn es ist zu schwer den ganzen Dotter in das Gesichtsfeld des Mikroskopes zu bringen, so daß jedes Theilchen gezählt werden kann, und wenn es auch noch so leicht gedrückt wird, läuft doch die ganze Masse zusammen, und die Theilung zu verfolgen ist überhaupt nicht mehr möglich. In einzelnen Fällen ist jedoch die Selbsttheilung noch über 64 hinaus verfolgt worden. Damit hat die Dotterkugel schließlich eine maulbeerähnliche Gestalt erhalten und wird dieser Zustand auch bezeichnend des Maulbeerstadium genannt. Wenn der Dotter nun so weit seine Theilung fortgesetzt hat, daß jedes

einzelne Partikelfchen wegen seiner außerordentlich geringen Größe nur sehr schwer, selbst mit dem besten Mikroskop untersucht werden kann, so erscheint jedes Kügelchen einer Zelle gleich, kann auch wohl wirklich als solche angesehen werden. Der Furchungsproceß endet also mit einem Haufen von Zellen, welche von jenem des früheren Dotters sich unterscheiden und die Grundlage, das wirkliche Bildungsmaterial, des neuen Geschöpfes sind.

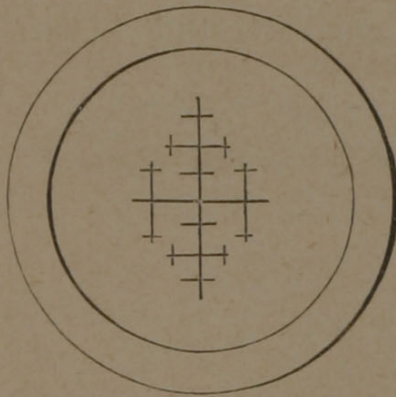


Fig. 10. Das Schildkrötenei während des Furchungsprocesses.

Bei der Vergleichung eines Reptilieneies, z. B. des Schildkröteneies, mit dem Säugethiereie zeigt sich ein Unterschied im Verlauf der Furchungsprocesses, indem bei jenem der Furchungsproceß nicht die ganze Dottermasse ergreift. Ein Theil des Dotters wird nämlich gewissermaßen nur aufgepflügt durch sich rechtwinkelig schneidende Furchen, welche nicht über die ganze Oberfläche sich ausdehnen, vielmehr nur auf einen umgränzten Theil derselben beschränkt bleiben, während der übrige Dotter in seinem ursprünglichen Zustande der Dotterzellen verharret, und der durchfurchte Theil wie eine Haut oder eine Zellenlage auf ihm ruht. Durch diese strenge Abgränzung des oberen und unteren Theiles ist die erste Differenzirung im Ei, der Gegensatz von oben und unten ausgeführt und wir werden bald auch die weiteren Gegensätze von rechts und links, von vorn und hinten erkennen.

Die Eier der Frösche und Kröten zeigen noch einen an-

deren Verlauf des Furchungsprocesses. Der Dotter theilt sich hier, wie im Säugethiere, zuerst in Hälften; dann aber schreitet der Furchungsproceß nur in der einen Hälfte fort und verwandelt diese allein in eine zahllose Menge zellenartiger Theilchen, die andere Dotterhälfte dagegen bleibt unverändert (siehe Fig. 7, Seite 42).

Sie werden gewiß die Schwierigkeiten ermessen, mit welchen Embryologen zu kämpfen hatten, um die natürliche Reihenfolge solcher Entwicklungsphasen zu ermitteln. Dieselben beruhen nicht bloß auf der außerordentlich schwierigen mikroskopischen

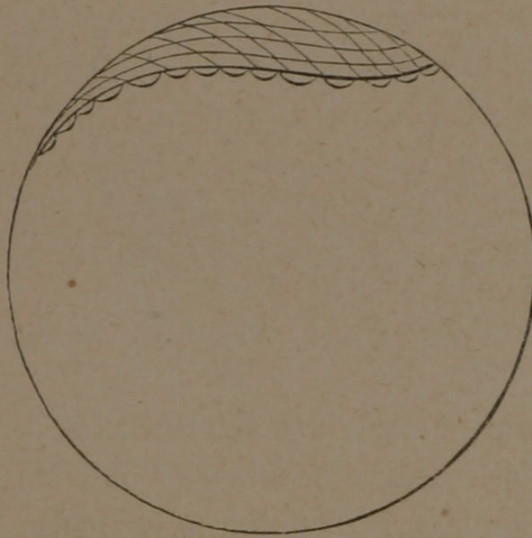


Fig. 11. Ei der Schildkröte in einem weiter vorgeschrittenen Stadium der Entwicklung.

Untersuchung, sondern auch auf der Thatsache, daß um jedes einzelne Glied in der Kette zu finden, um z. B. einen Einblick in das Ei des Säugethieres gerade während des Furchungsprocesses, oder während irgend eines Stadiums desselben, zu erlangen, die Mutter in einem ganz bestimmten Augenblicke der Dotterfurchung getödtet werden muß. Denken Sie sich also einen Naturforscher wie er den Proceß bei einem höheren Säugethiere, vielleicht einem das nur ein Junges auf einmal zur Welt bringt, untersucht; es ist augenscheinlich, daß er bei jedem Schritt außerordentlichen, ja beinahe unüberwindlichen Schwierigkeiten begegnet. Niemals hat Jemand den Furchungs-

proceß des Dotters einer Stute oder einer Kuh, ja nur eines Schweines gesehen, diese Thiere sind zu kostspielig um sie dem Studium der Embryologie zu opfern. Professor v. Bischoff stellte seine Untersuchungen bei dem Kaninchen an und widmete denselben zehn Jahre seines Lebens! Die Wissenschaft will erobert sein; und solche Eroberungen zeugen von der hohen geistigen Kultur derer die sie machen. Es ist überaus leicht und bequem Theorien über ein paar unvollkommene und leichte Beobachtungen in die Welt zu schleudern und denen, die unwissender als ihre Erfinder sind, aufzubürden; aber es ist nur eine Seite theoretisch über das zu sprechen, was die Natur wohl thun könnte, und eine ganz andere, mittelst ausdauernder, eingehender und ernster Studien zu ermitteln, wie sie es wirklich macht!

Fünfte Vorlesung.

Die Veränderungen im Ei.

Fernere Aenderungen im Ei vor dessen Befruchtung. — Schwierigkeiten die dem Embryologen bei Thatsachen vererbter Charaktereigenthümlichkeiten begegnen. — Außerordentlicher Erfolg chirurgischer Experimente des Dr. Brown-Sequard.

Ich habe nicht die Absicht Ihnen alle bis jetzt bekannten Thatsachen betreffs der Wiedererzeugung unter den Thieren vorzulegen, oder auch nur den ganzen Gegenstand zu analysiren; aber ich wünsche Ihnen womöglich ein solches Bild des gegenwärtigen Standes unserer Wissenschaft zu geben, daß Sie sich selbständig eine Ansicht über laufende Theorien bilden können. Es ist sehr schwer Etwas festzusetzen, das correct von denen verstanden werden soll, welche mit den Thatsachen noch nicht vertraut sind; und ich glaube deshalb es sei für Sie von Vortheil zu erfahren, in welcher Weise die Untersuchungen gemacht werden, deren Erfolge ich Ihnen bisher vorgelegt habe, und mit welcher Vorsicht und welcher Genauigkeit die einfachsten Thatsachen außer Zweifel gesetzt werden mußten.

Schwierige Darstellung instruktiver Präparate.

Um Ihnen dies an einem Thiere das leicht und zu allen Jahreszeiten zu erlangen ist, zu demonstrieren, wähle

ich das Huhn, und lege Ihnen dessen Eier so präparirt vor, daß Sie die in meinen früheren Vorlesungen geschilderten Erscheinungen wieder erkennen können. Gleich der erste Schritt um die nöthigen Proben zu erlangen ist nicht ohne Schwierigkeit. Sie meinen vielleicht nichts sei leichter als Hennen und Eier vom nächsten Markte zu holen. Aber dem ist nicht so.

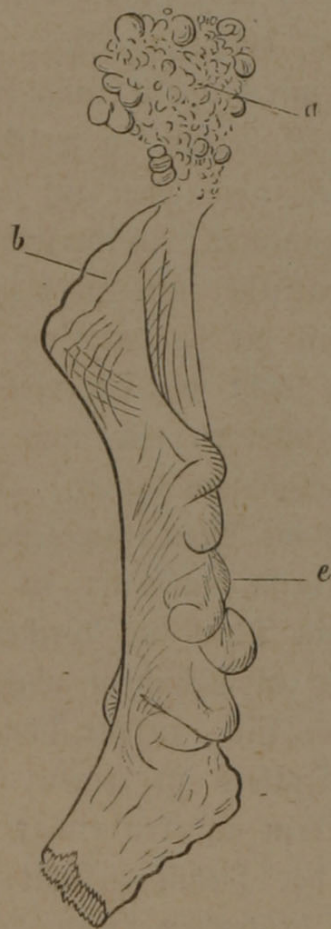


Fig. 12. Früher Zustand des Eierstockseies der Henne. Verkleinert.
a Unreife Eierstockseier; b Die Oeffnung des Eileiters; e Entleerter Eileiter.

Sie können ein Duzend vom Lande zum Verkauf gebrachte Eier öffnen und nicht ein einziges in vollkommen natürlichen Zustande finden, weil der nachlässige Transport die Beziehung der Theile zu einander verändert hat. Ich sagte Ihnen bei einer früheren Gelegenheit, daß das weiße Fleckchen, welches die Stelle bezeichnet, wo die Entwicklung des Keimes beginnt,

und welches die Naturforscher Blastoderm nennen, immer oben auf dem Dotter schwimmend gefunden würde; es wird in jener Lage durch Eiweißbänder erhalten, durch die der Dotter so zu sagen in der Schwebe hängt. Diesen Morgen nun öffnete ich eine Menge ohne zu finden was ich Ihnen zeigen wollte; alle Eier die ich hatte, waren auf dem Marktwagen stark gerüttelt worden und ihre chalaze oder Eiweißschnüre, welche den Dotter in seiner Lage erhalten, waren gerissen; ein Nachbar, welcher Hühner hält, überließ mir deshalb einige frisch gelegte Eier. Ich reiche Ihnen nun ein Ei herum, in welchem Sie das Fleckchen, den Anfang des Keimes, noch oben auf dem Dotter schwimmen sehen. Hier ist ein anderes, in derselben Weise zubereitetes Ei; es zeigt Ihnen dasselbe, nur ist hier eines der Bändchen zerrissen. Uebrigens ist die Präparation eines Eies zur Untersuchung keineswegs so leicht wie Sie vielleicht glauben. (Vortragender zeigt den Zuhörern wie man ein Ei mittelst eines Längsschnittes am geschicktesten öffnet.) In einem dieser beiden Eier können Sie auch die Membran sehen, welche die Schale auskleidet und das Weiße umhüllt; in dem anderen ist die Membran und auch ein Theil des Weißen entfernt, damit Sie sehen, daß das Weiße in Schichten abgelagert ist. Hier sind ferner zwei hartgekochte Eier, in der Länge durchschnitten, um Ihnen die Lage des Dotters zu zeigen; bei dem einen genau im Mittelpunkte, bei dem anderen etwas seitwärts. Jenes hat noch keinen Einfluß der Henne gefühlt; bei dem zweiten ist durch die Wärme der brütenden Henne der Dotter bereits auf eine Seite gezogen. Am stumpfen Pole beider Eier sehen Sie die Luftkammer und diese durch zwei Häutchen abgegränzt, die am Ende des Eies sich deutlich unterscheiden, dann aber sich vereinigen um das Weiße zu umhüllen.

Damit sie nun eine klare Ansicht vom Wachsthum des Eies erhalten, ehe es das Stadium erreicht, in welchem wir es gewöhnlich kennen, habe ich Ihnen die Eierstöcke von zwei, erst heute Morgen geschlachteten Hennen mitgebracht; und auch die Eileiter, d. h. den Kanal in welchen die Eier vom Eierstocke

fallen, wenn dieselben eine gewisse Reife erlangt haben. Im Eileiter erhält nun das Ei seine letzten Hüllen, denn in diesem

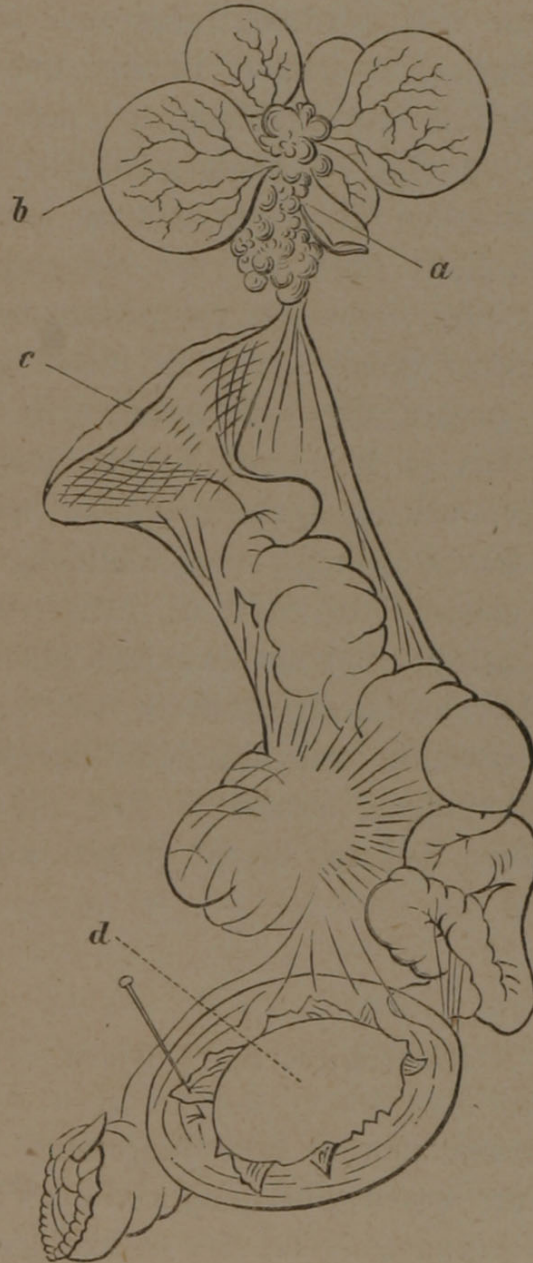


Fig. 13. Eierstock und Eileiter einer legenden Henne. $\frac{1}{2}$ natürl. Größe.
a Unreife Eierstockseier; b Reife Eierstockseier; c Deffnung des Eileiters,
welche das vom Eierstock sich ablösende Ei aufnimmt; d Das Ei mit
der Schale im unteren Theile des Eileiters.

Organe scheiden sich die zur Bildung der Schale und des Weißen erforderlichen Substanzen aus. Ich war diesen Morgen

in meiner Wahl glücklich, denn beide Eierstöcke zeigen in großer Vollkommenheit die einander folgenden Entwicklungsstufen. Bei dem einen (Fig. 12) sind alle Eier klein; die größten kaum wie eine Erbse; andere wie eine Stecknadelknopf und viele dem bloßen Auge kaum sichtbar. Der Eileiter ist leer und zusammen gefallen; sein Antheil an der Eibildung hat noch nicht begonnen. Der andere Eierstock (Fig. 13) dagegen hat Eier jeder Größe bis zum ausgebildeten reifen Ei. Eben will ein Dotter sich ablösen und der Eileiter klappt schon um ihn aufzunehmen; und am unteren Ende derselben sehen wir ein vollkommen ausgebildetes Ei mit vollkommener Schale; es sollte soeben gelegt werden.

In diesem zweiten Eierstocke haben Sie also die ganze Reihenfolge — Eier so klein, daß sie dem bloßen Auge kaum sichtbar sind, andere von Stecknadelknopfgröße, wieder andere von Erbsen-, einige von Haselnuß-, von Wallnußgröße und zuletzt ein vollkommen ausgebildetes reifes Ei. Die erste dieser Hennen hatte noch nicht gelegt, während die andere schon saß. Es war reiner Zufall, daß ich die Eierstöcke in diesem Zustande fand; und wenn wir erwägen, wie viele glückliche Zufälle zu einer erfolgreichen Untersuchung wesentlich sind, so ist es in der That zu bewundern, daß wir bereits so viel, nicht daß wir erst so wenig wissen.

Unterschiede unter Eiern.

Lassen Sie uns nun zu dem Gegenstande zurückkehren wo wir ihn in meiner letzten Vorlesung verlassen haben, und den Vorgang der Fortpflanzung bei den Wirbelthieren in Betracht ziehen. Ich wähle diesen Typus, weil die Wirbelthiere keine andere Fortpflanzungsweise als die durch Eier haben und weil ich jetzt besonders bei der Geschichte des Eies und bei dessen Wichtigkeit an sich im Geheimniß der Fortpflanzung verweilen möchte. Zunächst muß ich aber zu einer, in meiner ersten Vorlesung gemachten Angabe zurückkehren, um leicht mögliche Miß-

verständnisse zu vermeiden. Eine Behauptung, welche man auf volle Kenntniß der Thatsachen begründet hat, kann wohl, sagte ich, von dem völlig Unvorbereiteten, leicht falsch aufgefaßt werden, und ich behauptete, daß alle Eier bis zu einem gewissen Punkte der Entwicklung einander gleich wären; das soll nur heißen, daß die wesentlichen Eigenthümlichkeiten aller Eier in ihrer ersten Anlage sich gleichen. Aber der Dotter verschiedener Eier von verschiedenen Thieren kann auch in Farbe und Größe verschieden sein: er kann hell, bei einigen fast weiß sein; dunkelgelb, orange oder röthlich; grünlich oder braun in anderen. Er kann von der Größe eines Hühnerdotters, wie er eben in den Eileiter fallen will, und wie Sie es in dem eben gezeigten Präparate gesehen haben oder so klein sein, daß er dem unbewaffneten Auge entgeht; aber der Dotter und die denselben umgebende Membran sind sich in allen gleich, wenigstens hat auch das schärfste Mikroskop irgend welchen Unterschied in diesen Theilen nicht entdecken können. Und dennoch wird kein Naturforscher das Ei eines Säugethieres mit dem irgend eines anderen Wirbelthieres verwechseln. Bei dem Säugethiere scheint das Dotterhäutchen im Verhältniß zur Größe des Eies dicker als die Dottermembran im Hühnerei zu sein. Diese Membran erweist sich aber bei genauerer Untersuchung als ein sehr complicirtes Gebilde. Das Säugethierei hat wirklich auch eine Art häutiger Schale, welche die Naturforscher *zona pellucida*, oder *Chorion*, nennen. Dasselbe besteht aus besonderen Zellen und könnte beim ersten Anblick für einen Theil der Dotterhaut selbst gelten, würde dann aber zu der falschen Auffassung führen, daß die Dotterhaut der Säugethiereier viel dicker als die der Vögel sei. Auch in der Zähigkeit oder der Elasticität des Dotters ist ein großer Unterschied. Der Dotter eines Hühnereies ist so plastisch, das ich ihn mit meinem Finger drücken kann, ohne seine Dotterhaut zu zerreißen; einige fühlen sich hart an und andere so weich, daß man sie kaum halten kann. Die Durchsichtigkeit ändert sehr auf den verschiedenen Entwicklungsstufen ab. Das Hühnerei

ist anfangs so durchsichtig, daß das ganze Innere unter dem Mikroskop gesehen werden kann; später, wenn es reif ist, wird, wie Sie Alle wissen, der Dotter ganz undurchsichtig. Auch können die verschiedenen Theile eines Eies in Bezug auf einander abweichen; das Keimbläschen z. B. kann dem Mittelpunkt näher oder mehr auf der Seite, es kann sogar so nahe an die Dottermembran herangerückt sein, daß es dieselbe berührt, das ist zumal bei den Schildkröten der Fall. Verstehen Sie es also, wenn ich von der Identität des Baues der Eier spreche so, daß ich die Uebereinstimmung der wesentlichen Theile desselben meine und lassen Sie uns jene Verschiedenheiten nicht beachten, welche wirklich von nur untergeordneter Wichtigkeit und für das Wesen der Fortpflanzung bedeutungslos sind.

Befruchtung des Eies.

Worin besteht nun die Befruchtung, und woraus die Substanz, deren Berührung mit dem Ei zur Bildung des neuen Geschöpfes beiträgt? Lassen Sie uns hierbei nicht vergessen, daß einige Eier sich den nothwendigen Phasen der Entwicklung ohne Einfluß des männlichen Organismus unterziehen, und daß dies sogar bei schon hoch organisirten Thieren, wie den Bienen, stattfindet, deren unbefruchtete Eier Männchen oder Drohnen, die befruchteten dagegen Weibchen oder Arbeitsbienen hervorbringen. Hingegen kann man nicht mit Gewißheit annehmen, daß unter den Wirbelthieren ein Ei ohne Befruchtung je ein neues Wesen erzeugt hätte, obwohl das Ei in vielen Fällen Prozesse eingeht, welche die Entwicklung desselben einleiten, z. B. den vor der Befruchtung beginnenden Furchungsproceß. Die Samendrüsen sind Organe von ganz demselben Bau wie die Eierstöcke. In ihnen bilden sich Zellen, welche mit den eigenthümlichen des Eierstocks, die wir Eier nennen, verglichen werden können. Diese Samenzellen aber erzeugen keinen Dotter, sie entwickeln in ihrem Inneren vielmehr eigenthümlich ge-

formte Partikelchen, die man gewöhnlich Samenfäden oder Spermatozoen nennt. Unmittelbar vor der Bildung dieser Samenelemente findet eine Art von Theilung des Inhalts statt, und diese kann sehr wohl mit dem Furchungsproceß des Dotters parallelisirt werden. Das Resultat dieses Theilungsproceßes sind Bündel kleiner Körperchen, sogenannter Samenfäden, welche bei genauerer Betrachtung in ihren allgemeinsten Umrissen Kaulquappen ähneln und wirklich auch nicht unpassend mit diesen verglichen worden sind. Sie sind lang im Verhältniß zu ihrer Breite, fast fadenförmig und stellen einen dicken Körper mit langem Schwanzfaden dar. Unter stärkster Vergrößerung erscheint die äußerste Spitze des Schwanzfadens flossenförmig. Sobald die Mutterzelle platzt, was bei verschiedenen Thieren unter etwas abweichenden Umständen geschieht, bewegen sich diese Samenfäden mit erstaunlicher Geschwindigkeit, und bringen in der sie umgebenden Flüssigkeit das Bild hervor als seien sie selbst lebende Thiere. Ja bei ihrer ersten Entdeckung im 17. Jahrhundert und noch lange nachher hielt man diese Samenfäden wirklich für Thiere und nannte sie Samenthierchen, Spermatozoen. Was sie sind und welchen Antheil sie an der Befruchtung haben, hat man erst seit wenigen Jahren ermittelt, wenn man überhaupt jetzt schon zu wissen behaupten darf was eigentlich ihre Funktion ist. Daß sie bei allen Thieren sich entwickeln ist erwiesene Thatsache, und man kann sie unter dem Mikroskop auch ohne besonders starke Vergrößerung beobachten. Schon die Vergrößerung von einigen hundertmalen zeigt die meisten, doch nicht alle, auch ihre lebhafteste Bewegung. Diese kann nicht besser als mit der der Quappe verglichen werden, denn sie ist in der Hauptsache eine wedelnde, krümmende, eine schnelle Vibration des feinen Schwanzfadens. Wiederholt sind die verschiedensten Theorien über diese Samenelemente aufgestellt worden, aber weil als gänzlich unbegründet erkannt, hat es kein Interesse dieselben hier mitzutheilen. Eine Zeit lang zweifelten die Physiologen gar nicht, daß diese Samenelemente selbst der Anfang des neuen Keimes seien; ja sie gingen so

weit anzunehmen, daß sie jenen Theil des Körpers bildeten, welchen wir als die Aze, das Rückgrath oder Nervencentrum, kennen. Jetzt aber wissen wir ganz sicher, daß all diese Theorien unhaltbar sind; doch leidet es keinen Zweifel, daß die Samenelemente eine wichtige Rolle im Wesen der Fortpflanzung spielen, da die sorgfältigsten und umständlichsten Untersuchungen nachgewiesen haben, daß sie das Ei erreichen und in dessen Inneres eindringen. Diese Thatsache ist allgemein anerkannt, obwohl nicht alle sie zugestehenden Embryologen das Glück hatten durch eigene unmittelbare Beobachtung sich von ihr zu überzeugen.

Sehr schwierige Untersuchungen.

Bringen Sie ein Ei — Fischlaich ist vielleicht der passendste Gegenstand dieser Beobachtung — in Berührung mit den Samenzellen, so sehen Sie dieselben mit ihren schnellen, plötzlichen Bewegungen rund um das Ei sich drängen und dessen Oberfläche bedecken. Zu gewissen Zeiten im Jahre kann man bei einigen Mollusken mit zwitterhaften Geschlechtsorganen die Samenelemente in Menge um das Ei herum sehen; es könnte scheinen, als ob zu solchen Zeiten nichts leichter wäre, als ihren Functionen nach zu spüren. Ihre große Beweglichkeit jedoch, und die Schwierigkeit auch nur eins von ihnen unter dem Focus des Mikroskopes fest zu halten, macht diese Operation zu einer außerordentlich schwierigen. Das Drängen der Samenfäden um das Ei verschiedener Thiere ist wirklich leicht zu sehen; bei Fischen, bei den eben erwähnten Mollusken, auch bei dem Seeigel und Seesternen, selbst bei den Quallen; schwieriger ist es jedoch bei den höheren Thieren, den Insekten, Crustaceen u. a.

Obwohl das Eindringen der Samenelemente in den Dotter sehr schwierig zu beobachten ist, haben doch verschiedene Forscher es wiederholt direct gesehen. v. Siebold, ein Meister unter den Meistern und ein Forscher, der seine Behauptungen niemals

übertreibt, hat mehr als zwanzig mal die Samenfäden innerhalb der Dottermembran des Bieneneneies gesehen, und hat dies auch Anderen zeigen können; ich dagegen habe Monate geopfert zu den Versuchen es im Ei der Schildkröte zu sehen und es ist mir niemals gelungen. Mein eigenes Mißlingen vermindert jedoch nicht im Geringsten mein Vertrauen zu v. Siebold's Erfolgen. Sein Beobachtungstalent ist so bewunderungswürdig, seine Errungenschaften so frei von jeder Uebertreibung und persönlichen Motiven, daß seine Angaben ohne Bedenken angenommen werden können. Seiner Demonstration nun verdanken wir die erste absolute Kenntniß dieser Naturerscheinung. Bei einigen Thieren dringen die Samenzellchen auch leichter in den Dotter ein als bei anderen, und dies auf Grund einer Oeffnung in der Dotterhülle, der sogenannten Mikrophyle, durch welche der Eingang erfolgt. Aber diese Mikrophyle ist sehr schwer zu finden. Ein so erfahrener Naturforscher wie v. Bischoff, hatte zur Zeit als er seine berühmten embryologischen Monographien über die Säugethiere veröffentlichte, noch nie das gute Glück gehabt, die Samenelemente in das Ei eines Säugethierees eindringen zu sehen oder sie innerhalb des Eies zu entdecken. Er zweifelte sogar daran und trat der Behauptung von dem Eindringen entgegen, bis dasselbe als unabwiesbare Thatsache nachgewiesen worden war. Die Art und Weise des speciellen Einflusses, welchen die Samenelemente auf die Entwicklung im Ei ausüben, ist bis jetzt noch nicht sicher ermittelt, aber so viel wenigstens wissen wir ganz bestimmt, daß die Samenelemente in den Dotter eindringen, daß ferner die materielle Vermischung der Samenelemente und der Dottersubstanz der Eier stattfindet und diese die Entwicklung des neuen Wesens wesentlich beeinflusst. Und doch haben wir gesehen, daß diese Vermischung nicht absolut nothwendig, nicht unabänderliches Gesetz ist, indem das Ei für sich ohne solche Vermischung die Entwicklung des Embryo beginnen und vollenden kann. Hierüber werde ich mich weiter verbreiten bei Betrachtung jener Thiere, welche ohne Befruchtung Junge erzeugen.

Die Uebertragung erblicher Charaktereigenthümlichkeiten.

Die Frage der Vererbung, der Uebertragung der Eigenschaften von Individuen einer Generation auf die einer oder vieler sich folgenden Generationen, ist, in Erwägung oben erwähnter Thatsachen, eine sehr verwirrende. Ich habe Ihnen das Ei als das alleinige Erzeugniß des weiblichen Organismus dargestellt; Ihnen gezeigt, daß es zu seiner vollkommenen Bedingung als Ei, ohne irgend welchen Antrieb als den der Mutter, sich entwickelt. Die eintretende Befruchtung kann nur auf das reife Ei einwirken; sie hat kein Vermögen selbst ein Ei hervor zu bringen, und hat auch nur auf solche Eier Einfluß, die einen gewissen Grad von Reife erlangt haben. Und doch, ungeachtet dieser selbständigen Erzeugung der Eier durch das Weibchen, beeinflusst das Männchen die Nachkommenschaft eben so mächtig. Wir haben uns ja nur bei unseren Hausthieren, oder wirklich unter uns selbst umzusehen, um zu wissen, daß in ganz gleicher Weise, von der Mutter oder von dem Vater, Züge auf uns kommen, daß sie in gerader Folge unter den Kindern wieder erscheinen, und daß dieses, wie ich früher erwähnte, in allen möglichen Verbindungen geschieht. Noch auffälliger ist die Thatsache, daß ein Wesen sich während seines Lebens Etwas aneignet und deshalb wesentlich sein eigen nennen kann, nicht ererbt in irgend einer Weise, nun dieses Etwas auf seine Nachkommenschaft überträgt, wo es sogar in mehreren sich folgenden Generationen wieder erscheint. Ich meine hiermit nicht das sogenannte Gesetz des Atavismus, sondern vielmehr jenes launenhafte Erscheinen und Verschwinden aller Arten individueller geistiger und physischer Eigenschaften; dieselben können nun Alle übertragen und Alle fallen gelassen werden, so wie eine neue Generation erscheint; und doch, mit all ihrer Fügsamkeit, ihrer Kraft sich neue Züge anzueignen oder dieselben abzustößen, haben wir nicht finden können, daß die Species sich ändert.

Das Gesetz der Vererbung scheint so zu wirken, daß es

was wesentlich im Typus ist, zurückhält, und Variation nur in dem erlaubt, was nicht charakteristisch zur typischen Organisation ist. Auf jeden Fall, so weit wir auch den Thieren, wie wir sie jetzt genau kennen, nachspüren — und viele können wir weit über das erste Auftreten des Menschen hinaus in die geologische Epoche hinein verfolgen, welche der unserigen unmittelbar vorausging und mit ihr verbunden ist — wir, sage ich, finden durchaus keine Anzeigen, daß je ein Thier von seinem eigenen Typus abgewichen wäre. Nur leichte Abweichungen kommen vor und begegnen uns alltäglich, aber es sind eben nur rein individuelle Abänderungen, welche kommen und gehen mit neuen Generationen; sich vielleicht auch wohl ganze Generationen hindurch bewahren, und wenn sorgfältig gepflegt, auch wohl fortdauernd in dem werden, was man Rasse nennt, aber sie werden niemals den typischen Bau modificiren. Es scheint mir wirklich als müßten wir das Gesetz der Vererbung so auffassen, daß seine Bestimmung ist, vielmehr den Typus zu bewahren als ihn zu abzuändern; thätig ist es nur in so weit, um Frische, gleichsam eine beständige Erneuerung in die Individualität einzuführen, aber niemals um die ursprünglichen Muster oder Normen zu benachtheiligen.

Beharrende Typen. — Die Epoche der Pfahlbauten.

Sobald wir später das allmähliche Auftreten der organischen Wesen in den geologischen Zeiten näher betrachten, werde ich Ihnen die Beharrlichkeit des Typus genauer darlegen. Jetzt erwähne ich es nur in Bezug auf die vorhistorische Zeit, und besonders auf die vorhistorische Zeit, welcher der Mensch selbst angehört.

Die Pfahlbauten der Schweiz bewohnte ein Menschenstamm von dem jeder Bericht schweigt, bis die Römer nach Gallien und Deutschland kamen. Die in Gallien eindringenden Heere Cäsars gingen durch Länderstriche, in welchen einst jene Bewohner der

Pfahlbauten sich angesiedelt hatten. Es bestehen ja noch römische Straßen längs der Ufer des Neuenburger Sees, welche über jenen Resten der Pfahlbauten angelegt worden sind, und doch mußte der große römische Feldherr und Historiker Nichts von ihnen; ihre Ruinen liegen unter Wasser, die Wohnungen sind auf in den See gerammte Pfähle, ohne Zweifel der größeren Sicherheit wegen, erbaut. Von den Fenstern der Pfarre meines Vaters zu Concise, konnte man auf eine solche versunkene Niederlassung hinab schauen, obgleich wir damals noch Nichts davon wußten. Als Knabe spielte ich in deren unmittelbarer Nähe; in späteren Jahren, bei meinem letzten Besuche in der Schweiz, als der Durchstich einer Eisenbahn an den Ufern des Sees das lang Verborgene offenbarte, habe ich selbst Werkzeuge, gebleichte Knochen u. dergl. auf jener Stelle gesammelt. In jenen alten Wohnungen finden sich auch Ueberreste unserer Hausthiere und unserer heutigen Culturpflanzen: Knochen von Schweinen, Hunden, Rindern, Hirschen u. s. w. Weizen, Hafer, Kirschen, Nüsse u. dergl. sind gleichfalls in der Nähe dieser Pfahlbauten gefunden worden. All diese Ueberreste unterscheiden sich in keiner Weise von den Erzeugnissen der gleichen Arten unserer Tage. Die hier gebotenen Thatsachen befestigen bei mir den Glauben, daß die Vererbung ein Kunstgriff der Natur ist, mit welchem sie den Typus behauptet und sich, Geschlecht auf Geschlecht, die wesentlichen und charakteristischen Züge bewahrt. Zwar sind jene Pfahlbauten im Vergleich mit jeder historischen Zeit alt; aber sie sind jung im Vergleich mit den vorangegangenen geologischen Perioden. Doch jene frühen Zeiten, welche weit über das erste Erscheinen des Menschengeschlechtes hinaus reichen, bringen uns den ganz gleichen augenscheinlichen Beleg und bilden eine zusammenhängende Geschichte, die uns zu demselben Schlusse führt, wie ich Ihnen bei Betrachtung der Thiere und Pflanzen jener Perioden nachweisen werde.

Vererbte Spuren chirurgischer Operationen.

Aber während nun durch den Dienst der Vererbung die typische Form bewahrt bleiben soll, hat erstere zugleich auch das wunderbare Vermögen individuelle Eigenschaften zu übertragen. Mein Freund Dr. Brown-Séquard, der bisher mehr Experimente mit Thieren gemacht hat, als irgend ein anderer Sterblicher, der diesen Versuchen auf einander folgende Generationen unterwarf und feststellte, welche Krankheiten übertragen werden können, hat mir Thatfachen mitgetheilt, die beinahe ans Unglaubliche gehen. Diese Thatfachen sind bis jetzt noch nicht veröffentlicht; ich werde Ihnen einige mittheilen. Er fand, daß durch gewisse Operationen die Epilepsie den Meerschweinchen eingeimpft, und daß diese eingeimpfte Krankheit von Generation auf Generation verpflanzt, und dadurch erblich werden kann. Wo solche Operationen Mißbildungen im Felle verursachten, wie dies ja oft der Fall ist, vererbten auch diese sich; oder wurden durch die Operation die Pfoten berührt, so übertrug sich auch auf diese die Eigenthümlichkeit. Ward durch solche Versuche Mißbildung während des Lebens beim Männchen oder Weibchen veranlaßt, so ging sie auch auf den Sprößling über; ja sogar durch Krankheit verursachte Gewohnheiten vererbten sich in gleicher Weise. In einem solchen Falle hatte das Weibchen die Eigenthümlichkeit, in einem andern ward sie beim Männchen hervorgerufen. In diesem letzten Falle übertrug das Männchen durch ein gesundes Weibchen seinen eigenen krankhaften Zustand auf die folgende Generation. Ja noch mehr! Das Weibchen, welches diese kranken Nachkommen erzeugt hatte, erkrankte thatsächlich in gleicher Weise wie das Männchen. Solche Thatfachen haben eine überwältigende Bedeutung.

Da wir sie weder erklären noch verstehen können, so müssen wir zunächst über den Hergang schweigen, durch welchen unsichtbaren Einfluß solche Erfolge erzeugt werden mögen. Wir wissen nur, daß eine materielle Vermischung stattfindet,

in deren Folge jene individuellen Eigenthümlichkeiten durch das Ei des Weibchens und die Samenelemente des Männchens hindurch gesichtet werden und in ihren Nachkommen wieder erscheinen können.

Ein noch überraschenderes Beispiel ist das eines Mannes mit einem hohlen Zahn, der mit einem kleinen schwarzen Fleckchen gezeichnet war. Dieses winzige Mahl übertrug sich auf seine Kinder.

Wird nun solche Vererbung durch materielle Uebertragung zu Stande gebracht? Es wird noch lange währen, bis wir diese Fragen entscheiden; aber alle diese Beispiele stehen in unmittelbarer Beziehung zu der Frage: behauptet oder verändert sich der Typus? Ich kehre darum wieder und immer wieder zum Gegenstande der Vererbung zurück und versuche ihn von allen Seiten zu beleuchten.

In direkter Verbindung mit der Frage der Vererbung steht diejenige über die Bastardbildung. Ich habe Ihnen gezeigt, daß die Nachkommen nah verwandter Thiere ebensowohl dem männlichen wie dem weiblichen Wesen, von welchen sie erzeugt wurden, gleichen können. Alle Nachkommen können dem einen oder dem anderen gleichen, oder auch die Charaktereigenthümlichkeiten beider Eltern theilen. Aber sobald sich Thiere verschiedener Species kreuzen, z. B. das Pferd mit dem Esel, so wird der Nachkomme immer ein Mittelding zwischen diesen beiden — weder ein Pferd noch ein Esel, sondern ein Maulthier sein. Mit andern Worten: der Sprößling ist immer Halb-Blut, immer zwischen beiden, dem Vater und der Mutter. Bei den Thieren geschieht dieses zwischen dem, was wir Species, bei den Menschen zwischen dem was wir Rasse nennen. Die Kinder der Weißen und der Neger sind weder Weiße noch Schwarze — sie sind Mulatten. Die Kinder der Neger und der Indianer sind weder das eine noch das andere, sie sind Halb-Blut und haben die Eigenthümlichkeiten beider. Dasselbe gilt auch für den Weißen mit dem Australier, für den Weißen und Chinesen. Das ist eine Thatfache zu Gunsten des selbst-

ständigen Ursprunges der Menschenrassen. Hieraus folgerte man, daß dieselben in gleicher Weise von einander unterschieden werden müssen, wie man die Species der Thiere von einander unterscheidet. Ich will bei diesem Punkte nicht verweilen, sondern nur fragen, welchen Einfluß haben die Thatsachen auf die Erhaltung oder die Veränderung des Typus? Denken Sie sich einmal bei der nächsten Generation eine Kreuzung zwischen Halb-Blut, sagen wir einer Mulattin und einem Weißen, oder zwischen einem Mulatten und einer Schwarzen, und dieses würde zwei oder drei Generationen hindurch fortgesetzt? Dann ist die Mischung vollständig weg und wir kehren zum reinen Typus zurück. Und dasselbe ist auch bei Thieren der Fall; wir können ja Bastarde oder Halb-Blut erzeugen, aber bringen wir sie eine oder zwei Generationen mit ihrer eigenen Art zusammen, so haben sie keine Kraft die angewiesene Richtung weiter fortzuführen; ihre Nachkommen kehren zu ihrem ursprünglichen Typus zurück. Dies scheint mir denn doch ein schlagender Beweis, daß all' diese Gesetze der Vererbung und Uebertragung eher zur Erhaltung als zur Zersplitterung des Typus dienen.

Sechste Vorlesung.

Das Leben bei der Geburt.

Durch Fischkultur vermehrter Reichtum. — Künstlicher Einfluß auf die Rassen durch sorgfältige Pflege der Jungen. — Fragen in Betreff vererbter Eigenthümlichkeiten. — Unterschied der Geschlechter im Bienenstocke.

Kaum hatte das Mikroskop begonnen den Schleier zu lüften, welcher die Geheimnisse der Zeugung verbarg, so wurden auch schon Versuche gemacht, die erworbenen Kenntnisse sowohl wissenschaftlich als auch praktisch zu verwerthen. Sobald nur erst die Thatfache festgestellt war, daß durch die bloße Berührung der Samenzellen mit den Eiern neue Wesen erzeugt werden können, war es auch außer Zweifel, daß man Eier und Samenzellen aus lebenden Wesen, in welchen dieselben entwickelt sind, nur zu entnehmen und ihre Vermischung künstlich zu sichern hätte. Ich war selbst einer der ersten Naturforscher, welche diese künstliche Befruchtung versuchten, und begann das Experiment mit Fischen. Mein Hauptzweck dabei war, deren Entwicklung zu beobachten und ihre Embryologie zu studiren. Zu solchen Untersuchungen eignen sich ganz besonders gewisse Fischarten, namentlich weil sie ihre Eier im Herbst ablegen, also in einer Jahreszeit, in welcher die Temperatur leichter auf längere Zeit gleichmäßig erhalten werden kann, als in anderen Jahreszeiten; theils auch weil ihre Entwicklung eine sehr langsame ist, und es dadurch möglich wird Tag für Tag ihre Fortbildung zu beobachten. Embryo-

logische Studien werden durch solche Umstände thatsächlich begünstigt.

Künstliche Fischbrut.

Schon mein erster Versuch gelang vollkommen; ich zog Fischchen der Lachsfamilie, eine Art Schnäpel (*Coregonus*), in einem großen Becken in meinem Studirzimmer; hier konnte ich jeden Fortschritt in deren Entwicklung verfolgen. Solche Versuche sind nun seitdem nicht blos wiederholt, sondern mit fast jeder Klasse des Thierreiches angestellt worden; ja wir verdanken das erweiterte Studium der Embryologie, und die sich täglich vermehrende Kenntniß der eigenthümlichen Entwicklungsvorgänge bei verschiedenen Familien des Thierreiches eben gerade der größeren Leichtigkeit, solche Versuche durch künstliche Befruchtung unter unsere Controle bringen zu können. Fast alle im Wasser lebenden Thiere sind einer solchen Behandlungsweise günstig; sie können in der Gefangenschaft befruchtet und unter den Augen des Naturforschers zur Reife gebracht werden. Aber dieser Gegenstand hat noch eine andere Wichtigkeit — er hat praktischen Werth. Es ist Ihnen gewiß nicht unbekannt, daß die gegenwärtige Civilisation in hohem Grade auf der Möglichkeit beruht, Nahrungsmittel beliebig zu vermehren und zugleich auch zu vermanichfaltigen. Haben Sie wohl schon erwogen, in welchem Maaßstabe Nahrungsmittel in Amerika von anderen Erdtheilen eingeführt worden sind. All' unsere Obstbäume, fast alle Gartenfrüchte und Gemüse, jede Getreideart, mit Ausnahme einer einzigen, unser Geflügel, ja sogar alle Hausthiere und Culturpflanzen sind bei uns importirt. Mit der wachsenden Bevölkerung wird die Frage der Unterhaltung immer mehr zur Lebensfrage. Wenn wir nicht eine hinreichende Menge von Lebensmitteln nach großen Städten bringen könnten, wäre es den Menschen nicht möglich, so dicht gedrängt im gemeinsamen Mittelpunkt, im geselligen Verkehr, im Austausch des

Handels und der geistigen Bildung beisammen zu leben. Mit Recht können wir behaupten, daß die Befähigung und das Geschick, welches der Mensch erlangt hat, ganz willkürlich seine Nahrung zu bauen und zu vermehren, die Grundlage unserer höheren Cultur ward. Jeder neue Zweig dieser Industrie wird ein neuer Hebel die Fahne der physischen und geistigen Gesundheit und des Wohlergehens aufzurichten und die Stellung des Menschen zu verbessern, zu erhöhen. Ich erachte es als eine der größten Segnungen unserer Tage, daß so viele Anstrengungen gemacht, und erfolgreich gemacht werden, um unsere Nahrungsmittel zu vermehren, zu steigern, zu vermanichfaltigen, und ihre Qualität durch künstliche Befruchtung zu erhöhen. Als das erste Weizenfeld in unserem Boden bestellt wurde, wer hätte wohl ahnen können, daß unsere westlichen Prärien, mit unzähligen Getreideäckern zur Ernte reif, heute nun bereit sind, sowohl die alte wie die neue Welt zu nähren, und der Hungersnoth bei weit entfernter Ueervölkerung entgegenzuarbeiten, ja zuvorzukommen? Können wir denn das wohlthätige Werk allein nur des Roggen- und Weizenbaues ermessen? wie er die Menschen zusammenbringt, sie enger verbindet, umfassender vereint, zur wohlthätigen Nächstenliebe treibt, das Glück des Lebens erhöht, und den ganzen Ton der Menschenbildung hebt? So ist es auch jetzt noch nicht möglich zu sagen, wie viel die künstliche Erzeugung thierischen Lebens zum Gedeihen des bürgerlichen Staates, zum Gemeinwohl, der allgemeinen Wohlfahrt, dem Austausch aller guten Gaben unter den Nationen beitragen wird. Und besonders Angesichts der großen, ungenützten Wasserflächen, die jetzt den Ackerbau hemmen und ihn unterbrechen, aber bald genug in Fischzuchtereien umgewandelt sein werden, welche nicht weniger segensreich wirken, als unser kultivirtes Land. Künstliche Fischzucht ist schon kein Traum mehr! Sie geschieht — geschieht erfolgreich und erweist sich als sehr nützlich.

Werthvolle Erfolge embryologischer Studien.

So ist denn schon allein von der praktischen Seite das Studium der Embryologie wichtig für alle civilisirten Staaten; und dies noch mehr, seitdem der Fisch, mit welchem ja diese Versuche hauptsächlich gemacht werden, ein Handelsartikel unter unseren Nahrungsmitteln geworden ist, eine Speise, welche besonders wohlthätig wirkt, um unserem Organismus den durch die Gehirnthätigkeit verursachten Verlust zu ersetzen.

Die Versuche, Fische und andere im Wasser lebende Thiere zu züchten, sind zunächst noch in ihrer Kindheit, und dennoch berechnen wir den Erfolg derselben jetzt bereits nach Millionen. Einige Arten künstlich erzeugter Fische werden schon in großen Mengen zu Markte gebracht. Große Städte in Europa beschaffen ihren hauptsächlichsten Fischbedarf auf diesem Wege. Ich habe gar nicht nöthig anderer Thiere zu gedenken, welche auf dieselbe Weise vermehrt werden. Austern, Krebse, Hummern können so gezüchtet und vermehrt werden; und in jenen Gegenden, wo Seeigel zur täglichen Nahrung gehören, werden ganz gewiß die ausgesuchtesten und werthvollsten Sorten durch künstlichen Prozeß vermehrt werden können. Es ist heute nun einmal für jede große, auf einen engen Raum zusammengedrückte Bevölkerung unmöglich geworden, ohne künstlich erzeugte Nahrungsmittel bestehen zu können. Nirgends bereitet die Natur allein in hinreichender Fülle die Speise für unser Bedürfnis.

Nichts ist bei Betrachtung der Organisation des Thierreiches als eines einheitlichen Ganzen überraschender, als die unzähligen Schattirungen der verschiedenen Beziehungen der Aeltern zu den Eiern und unter sich selbst. Sie ändern so überaus vielfach ab, daß es außer in einer Geschichte des gesammten Thierreiches unmöglich ist sie in allen Einzelheiten zu schildern. Kaum zwei Arten leben in dieser Beziehung ganz gleich. Von dem innigen Verhältniß in der Familie des Menschen, auf welchem alle Gesittung beruht, hinunter bis auf

das lockere unter den niederen Thieren, bei denen solche Bande überhaupt nur vorübergehend, leicht und charakterlos sind, giebt es so viele Abstufungen, eine solche Manichfaltigkeit, daß die Schilderung aller einen ganzen Kursus an Vorlesungen erfordern würde. Auf solch inniger Verbindung und deren engerer oder weiterer Verknüpfung beruhen alle tieferen Lebensverhältnisse. Sehen Sie sich doch die Verhältnisse unter den Säugethieren an! Das Junge wird in der Mutter ausgetragen bis zu der Zeit, wo es entweder im Stande ist für sich selbst zu sorgen, oder wenigstens so lange, daß es der Fürsorge der Alten nur noch kurze Zeit bedarf. Für den Menschen allein ist diese Periode der Abhängigkeit verlängert, und ohne Zweifel schulden wir dieser langen Kindheit, und der langsamen Entwicklung bis zur Selbständigkeit und Reife die zärtlichsten Verhältnisse, jene theuersten Bande, welche eben den Menschen an den Menschen binden.

So hätten wir denn die Grundlage unserer Bildung und die Entwicklung unserer besten Eigenschaften und Neigungen, in einer der einfachsten und wesentlichsten Bedingungen für die Erhaltung unseres Typus von Generation zu Generation!

Mütterliche Sorge bei verschiedenen Thieren.

Die Dauer der Austragung schwankt unter den Thieren ganz ungemein. Bei einigen währt sie nur wenige Tage oder Wochen, bei anderen beansprucht sie viele Monate. Auch diese Unterschiede beruhen auf wesentlichen Bedingungen für die Erhaltung der Species, und ich betone die Verschiedenheit dieser Bedingungen als absolut nothwendige für die Constanz der verschiedenen Thierarten mit ihren entschiedenen und typischen Eigenthümlichkeiten. Gehen wir von den Thieren, welche ihre Jungen nähren, nachdem sie dieselben eine Zeitlang getragen haben, zu denen über, bei welchen die Sorge für die Nachkommen eine weniger innige ist, weil bei ihnen die Mutter das

Zunge während der Kindheit nicht mit ihrer eigenen Substanz ernährt, so finden wir z. B. bei den Vögeln eine sehr zärtliche Sorge für den Sprössling. Die Alten bauen Nester zum Schutz ihrer Jungen; die Mutter theilt dem Ei die zu seiner Reife nothwendige Wärme ihres eigenen Körpers mit; und sind dann die Eier ausgebrütet, so bringen die Alten Nahrung für die Kleinen, und pflegen dieselben ebenso wie die säugenden, nur nicht in so inniger Weise. Doch giebt es auch Vögel, welche nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei sogleich der Nahrung nachgehen und für sich selbst sorgen, man nennt sie deshalb Nestflüchter. In gewisser Hinsicht bietet der Haushalt der Vögel schon große Verschiedenheit. Einige weben ihr Nest so künstlich und so niedlich und zweckmäßig, daß es ihnen nicht bloß Schutz, sondern auch als Wohnung Behaglichkeit gewährt; wogegen andere nur eine leichte, unsichere Stätte sich bereiten, die eben nichts weiter als zeitweiligen Schutz gewährt. Ein Studium des Spürvermögens, das die Vögel beim Bau ihrer Nester bekunden, bei der Wahl des Baumaterials und des passenden Ortes, wie der Gabeln starker Zweige, der Spalten und Astlöcher, überhängender Felsenwände, Dachrinnen u. s. w. würde ein wichtiges Kapitel der Ornithologie bilden. In Betreff anderer Thiere finden wir ähnliche Thatfachen, und diese verschiedenartigen Verhältnisse stehen im engsten Zusammenhange mit ihrer Fortpflanzung und sollten bei der Frage des Ursprungs niemals vergessen werden. Auch unter den niederen Wirbelthieren kommen noch einzelne eigenthümliche Erscheinungen in der Sorge für die Jungen vor. Gewisse Fische bauen Nester, eben so künstliche Nester wie die Vögel. Unser Stichling z. B. baut sein Nest zwischen den Wasserpflanzen, wo die Alten laichen, und schützt so die Eier vor anderen Fischen und eindringenden Feinden. Die von Seegras gebauten Nester der *Chironectes* schwimmen mit ihrer leichten Fracht auf den Wellen des Meeres. Unsere *Pimelodus* und auch der Sonnenfisch, *Pomotes* bauen Nester zwischen Wasserpflanzen am Ufer der Teiche, und die Sorgfalt, welche sie auf ihre Jungen ver-

wenden, und die Wachsamkeit auf ihre Nester bis die Jungen ausschlüpfen, sind in der That ganz wunderbar. Andere Fische tragen die Eier unmittelbar an ihrem Körper mit sich, oder demselben so angehängt, daß sie dem Weibchen während der ganzen Entwicklungszeit folgen können. Bei gewissen Fröschen, der Gattung *Alytes*, sind die Eierschnüre um die Hinterbeine gewickelt, während alle anderen Frösche und Kröten ihren Laich ins Wasser absetzen. *Alytes* trägt auch die Jungen so lange mit sich, bis die Quappen reif sind. Bei anderen, der surinamischen *Pipa*, wird der Laich auf den Rücken gestrichen, die Eier heften sich äußerlich fest an den Körper an und bleiben in dieser Lage, bis die Jungen ausschlüpfen. Bei noch anderen legen sich die Eier in einer Falte unter dem Schwanz an. Bei der Seenadel (*Syngnathus*) z. B. treten an der Unterseite des Schwanzes häutige Falten hervor, welche eine auf die andere gelegt, dicht geschlossen werden können. In dieser Tasche trägt nun der Fisch die Eier mit sich, und was noch sonderbarer und befremdender, ist, daß dem Männchen die Ausübung dieser Pflicht obliegt, nicht dem Weibchen. Bei noch anderen, nämlich den surinamischen Süßwasserfischen der Gattung *Aspredo* legen die Eier sich äußerlich an den Bauch an und bedecken diesen vollständig. Sene Fische, welche ihre Jungen in den Kiemen tragen, habe ich früher schon erwähnt. Diese Kiemenhöhle erweitert sich so, daß sie hinreichenden Raum gewährt die Eier aufzunehmen, sobald diese gelegt sind. Hier schlüpfen die Jungen auch aus; ja sie kehren noch eine Zeitlang in diesen ersten Zufluchtsort zurück. Das Weibchen vermag nämlich seine Kiemenhöhle weit zu öffnen, welche so gleichsam einen der Brut als Nest dienenden Korb bildet. Wieder andere Fische tragen ihre Eier in den Falten der Lippe. So ein Panzerwels, *Loricaria*, im tropischen Amerika, den ich selbst oft an den Ufern des Amazonenstroms beobachtete. Er hat die eigenthümliche Gewohnheit, die Eier in den Falten der Lippe zu sammeln, welche er dicht an die untere Kinnlade andrücken kann. Die auf diese eigenthümliche Weise geschützten

Eier verharren bis zum Ausschlüpfen der Brut in dieser Lage.

Dies sind nur einige der außerordentlichen Vorkehrungen, der wunderlichen Kniffe bei verschiedenen Thierarten, welche dieselben zu dem besondern Zwecke, das Leben ihrer Brut zu schützen, anwenden. Die Verhältnisse der Mutter zu ihren Sprößlingen unter den niederen Wirbelthieren erinnern an die, welche die höher organisirten Gruppen charakterisiren. Bei einigen Fischen trägt die Mutter ihre Jungen so lange, daß diese, wenn sie geboren werden, schon ein Viertel ihrer reifen Größe erlangt haben. Es giebt Haifischarten, deren Junge fast ebenso innig an den mütterlichen Körper sich anschmiegen, wie bei den höchsten Säugethieren.

Uebertragung angestammter Züge.

Bei Erwägung all dieser einzelnen Thatfachen, können wir wohl kaum bezweifeln, daß dieselben sämmtlich zur Erhaltung und Fortpflanzung der Species nothwendig sind. Es drängt sich uns nun aber nothwendiger Weise die Frage auf: Was war zuerst: die Mutter, welche für das Ei Sorge trägt, oder das Ei, aus welchem sich die Mutter entwickelte? Das ist die alte Frage, bereits von den Philosophen des Alterthums besprochen, über welche aber auch wir nicht weiter als sie aufgeklärt sind. Sie stellten diese Frage sehr einfach: „Was war zuerst, im Anfang, die Henne oder das Ei?“ Keine Eier ohne Hühner, — aber auch keine Hühner ohne Eier; darin liegt das ganze Räthsel. Wir haben bis jetzt wirklich keinen Grund zu der Annahme, daß jemals ein Wesen sich entwickelt hätte oder unter Verhältnissen gebildet worden wäre, welche jene Bedingungen als bedeutungslos für die erste Entstehung erscheinen lassen. Die Beharrlichkeit und Complication der Prozesse, durch welche die Typen erhalten bleiben, gestattet doch kaum die Annahme, daß sie jemals wesentlich von den gegen-

wärtigen verschieden gewesen sind. Das Wesen der Fortpflanzung scheint uns in Abstracto ganz einfach; es giebt Aeltern, welche Eier erzeugen; aus diesen Eiern gehen Individuen hervor, welche den Aeltern gleichen, und von Geschlecht zu Geschlecht wiederholt sich dieselbe Erscheinung. Wenn wir aber bis auf den Anfang zurückgehen, so stoßen wir auf neue Schwierigkeiten und werden zu anderen Betrachtungen genöthigt. Wie kommt es denn, daß ein solches Ei in sich selbst das Vermögen hat Eier derselben Art zu erzeugen, und auch dieses Vermögen von Generation zu Generation vererben kann? Das eben ist das Räthsel, und wir müssen die Lösung desselben im Ei suchen, nicht aber in den Aenderungen des reifen Thieres, auch nicht in den Erscheinungen der Metamorphose, noch in den oberflächlichen Spielarten, welche durch besondere Zucht erzeugt werden. Von der Frage der Wiedererzeugung ist die Frage der Vererbung unzertrennlich, und obwohl wir von dieser schon viel wissen, fehlen uns dennoch wesentliche Beweise. Was aber unbestreitbar ist, was Jeder bezeugen kann, und von dessen Wahrheit wir Alle überzeugt sein müssen, ist die Thatsache, daß körperliche und geistige Charaktere von einer Generation auf die nächstfolgende übertragen werden können. Aber zwischen dem, was stets unwandelbar sich erhielt, was niemals abgeworfen ward, auch nimmer abgestoßen werden wird, und zwischen dem, was beseitigt oder erworben werden kann, liegt der streitige Boden, der uns stets verwirrt und in Verlegenheit erhält. Die künstliche Befruchtung giebt uns Aussicht auf die Lösung dieses verworrenen Geheimnisses, indem sie in jener Richtung Aufklärung bringt. Sobald wir durch fortgesetzte und ununterbrochene Beobachtungen ermittelt haben, welche Eigenschaften einer Thierart mit denen einer anderen gekreuzt werden können, und ob die Nachkommen beider zeugungsfähig sind, dann werden wir auch zu beweisen im Stande sein, wie weit Eigenthümlichkeiten übertragbar sind und dauernd werden können. Eine bezügliche Thatsache kennen wir schon: Die Kreuzung verschiedener Species erzeugt gewöhnlich unfruchtbare Nachkommen.

Die Kreuzung zwischen Pferd und Esel z. B. erzeugt Maulthiere; aber mit diesen hört der Fortgang auf, denn die Maulthiere sind meist unfruchtbar, obschon vereinzelte Beispiele fruchtbarer Maulthiere bekannt geworden sind. Zwei Thiere giebt es jedoch, die hinsichtlich ihres specifischen Charakters gänzlich verschieden sind — der Hase und das europäische Kaninchen; — (ich meine hier nicht das Kaninchen der Vereinten Staaten, bei welchem diese Beobachtungen noch nicht gemacht worden sind) — diese Thiere haben sich gekreuzt, und auch ihre Nachkommen sind fruchtbar, nicht blos mit ihrer Stammart, dem Hasen oder dem Kaninchen, sondern die durch sie erzeugten Bastarde sind es untereinander. So erhielten wir eine allerdings nur gezüchtete neue Art; dieselbe ist auf dem Pariser Markte unter dem Namen Leporin so häufig wie der Hase und das Kaninchen. Die Farbe ihres Fleisches unterscheidet sich sowohl von der des Fleisches vom Hasen wie auch des Kaninchens; das des Hasen ist bekanntlich dunkel, das des Kaninchens weißlich; der Leporin steht zwischen beiden; und sein Fleisch wird wegen des Wohlgeschmackes und der Zartheit sehr geschätzt. Ob auf diese Weise auch im freien Naturzustande eine neue Species entstehen könnte, das ist eine Frage, auf welche ich bei einer anderen Gelegenheit zurückkommen werde. Beide, die Bastardfrage und die der künstlichen Befruchtung haben eine hohe praktische Bedeutung. Da es für den Haushalt sehr wichtig ist, Thiere mit gewissen Vorzügen und Charaktereigenschaften zu züchten, so ist es auch vom höchsten Interesse die Bedingungen zu kennen, unter welchen das eine oder das andere der Alten die Nachkommen überhaupt und bis zu welchem Grade beeinflusst.

Die Entwicklung der Stammzucht.

Wir haben gesehen, daß die Sprößlinge nahverwandter Thiere dem einen oder dem anderen ihrer Aeltern gleichen können, oder in verschiedenen Abstufungen eine Vermischung der

Eigenthümlichkeiten beider zeigen. Auf diese Thatsache und auf die Kenntniß der Bedingungen unter welchen sie stattfindet, stützt sich die Aufgabe und Thätigkeit des Züchters. Gründlich erforscht der Landwirth diese Bedingungen, und wir können viel von seinen Erfahrungen lernen. Die Wissenschaft hat diese Fälle noch keiner eingehenden Prüfung unterworfen und noch sehr wenig sind die Mittel erkannt, durch welche gewisse Eigenschaften den Nachkommen übertragen, und andere beseitigt werden können. Unter den Pferde- und Rindviehzüchtern ist es allbekannt, daß es Individuen giebt, die darum für den Staat besonders werthvoll sind, weil sie das Vermögen bestimmter Uebertragung besitzen, d. h. sie können den Nachkommen ihre Eigenschaften ungeschwächt übertragen, was Andere nicht thun. Auf diese Bedingungen ist selbstverständlich die Veredelung all' unserer Stämme begründet, und sollten dieselben daher mit äußerster Sorgfalt studirt werden.

Eine interessante Thatsache zeigt sich schon als Erfolg der Kreuzungsversuche; es treten unerwartet Bedingungen hervor, welche die Fortpflanzung unmöglich zu machen scheinen, oder welche zu Misbildungen, zu Schwäche oder Unvollkommenheit der Nachkommen führen. Stets zeigt sich eine Neigung zur Einschränkung der Extreme, sobald wir es zu oft wiederholen oder die Charaktere zu nahe aneinander bringen, welche getrennt zu bleiben bestimmt sind. Das giebt der menschlichen Familie eine wichtige Lehre: bis zu welchem Grade darf die Verbindung nahverwandter Individuen schicklich und mit günstigem Erfolg ausgedehnt werden? Wir wissen, daß wir durch Kreuzung der Vertreter verschiedener Species Individuen erhalten, welche weder der einen noch der anderen angehören, noch fruchtbar untereinander selbst sind, und daß, wenn bei fortgesetzter Kreuzung dieser Bastarde mit der einen oder der anderen Species, die ihnen Leben gab, sie ihre Eigenthümlichkeiten wieder abwerfen, und so die Rückkehr zum reinen Typus gesichert ist. Durch diesen Prozeß bezweckt die Natur die Erhaltung von Eigenschaften wie wir solche nur bei reinen Rassen finden.

Individuen von ein und derselben Species sind jedoch nicht nothwendiger Weise engverwandt; sie können ja die Nachkommen entfernter Verwandter sein, und deshalb zur Erzeugung gesunder Nachkommen ihres Stammes sehr geeignet sein. Im Gegentheil aber, in dem Maße wie die Familienbände enger sind, werden die Folgen der Vereinigung auch weniger und immer weniger zu einer kräftigen und gesunden Entwicklung beitragen. Vergleichen Sie die fürstlichen Familien Europas, in welchen von Generation zu Generation die Heirathen unter einander eingegangen wurden; Sie erkennen in den Gesichtern gewisser Glieder der ältesten Häuser Europas einen idiotischen Ausdruck, der in jenem unglückseligen Verhältniß seinen Grund hat. Es ist ebenso widernatürlich und den Gesetzen der natürlichen Fortpflanzung widersprechend wie die Kreuzung verschiedener Arten.

Die „Parthenogenese“.

Ein höchst sonderbares Kapitel der Fortpflanzung ist das, was die Naturforscher „Parthenogenese“ nennen, nämlich die Erzeugung von Nachkommen durch jungfräuliche, nicht befruchtete Weibchen. Daß dieselbe ganz normal, natürlich und nicht grade selten vorkommt, wurde in neuester Zeit mit vollkommenster Schärfe und über jeden Zweifel erhabener Gewißheit ermittelt. Die bezüglichen Untersuchungen gingen von dem sorgfältigen Studium des Haushaltes im Bienenstock aus. Man wußte von jeher, daß im Bienenstaate dreierlei verschiedene Individuen sich befinden, welche man mit den Namen Königin, Drohnen und Arbeiter unterschied. Es gibt aber nur eine Königin und wenn deren mehrere erscheinen, so entsteht Fehde und Kampf, der nur in dem Tode der einen oder der anderen sein Ende findet. Es scheint als ob der Haushalt und das Gedeihen des Bienenstockes am besten dadurch gesichert wäre, wenn nur eine Königin im ganzen Volke sich befindet.

Die Zahl der Drohnen ist groß, sie schwankt zwischen 600 und 1,500 für den Stock. In einem leichten Stocke mögen nur 600 bis 700 sein, in einem schweren dagegen vermehren sie sich unter eigenthümlichen Umständen wohl bis zu 1,500, ja können so zahlreich werden, daß sie die Eintracht im Stocke stören und die Vernichtung des ganzen Volkes herbeiführen. Die Zahl der Arbeitsbienen ist aber noch größer. In einem leichten Stocke mögen wohl 15,000, in einem schweren bis zu 30,000 und mehr sich befinden. Diese drei Stände von Bienen bilden ein Volk, in seinem vollkommenen und normalen Zustande. Bisweilen theilen sich solche Völker; die eine Partei zieht sich zurück, um eine neue Colonie zu gründen; aber es liegt in dem Wesen der Bienen, sich stets in dem Verhältniß: eine Königin, viele Hundert Drohnen, und viele Tausend Arbeiterinnen, zu vereinigen und so einen geordneten Staat zu bilden. Das Leben der Drohnen ist nur auf einen Sommer beschränkt; während die Königin drei, vier und obwohl selten, sogar fünf oder sechs, selbst sieben Jahre leben kann; und ungefähr ebenso lange leben die Arbeiter. Die Natur dieser verschiedenen Individuen und ihre Beziehungen zu einander ist eine Frage, welche seit den ältesten Zeiten jeden Beobachter zum Nachdenken genöthigt hat. Die alten Griechen zogen schon in ihrer Blüthezeit Bienen; ihre Dichter und ihre Männer der Wissenschaft sprechen oft von denselben.

Die Geschichte eines jeden Kulturstaates in Europa gedenkt auch der Bienen. Ihre Gewohnheiten sind sorgfältig beobachtet und ihr Haushalt studirt worden, um ihre Nützlichkeit möglichst zu steigern. Es wurde die Frage aufgeworfen: Was ist nur jenes einzige herrschende Wesen, das mit ungetheilter Macht über Tausende von anderen Wesen gebietet? Die Deutschen gaben ihm einen männlichen Namen, Weisel, und machten es zum König, die Engländer und Franzosen nannten es „Königin“. Was wohl die Anderen sein könnten, war gleichfalls Gegenstand der Betrachtung. Die Deutschen gaben den männlichen Bienen einen weiblichen Namen „die Drohne“, und

die Arbeitsbienen sah man als eine Art von Sklaven der Anderen an.

Thatsachen das Geschlecht der Bienen betreffend.

Nur erst seit einigen Jahren ist das Geheimniß dieses eigenthümlichen Haushaltes aufgeklärt. Ein Prediger in Schlesiens, Dzierzou, der mit Bienenzucht sich eifrig beschäftigt, verkündete es der Welt zuerst und behauptete, die Bienen lebten in so seltsamen, sonderbaren Beziehungen unter einander, daß den Männern der Wissenschaft seine ersten Mittheilungen gradezu unglaublich erschienen. Dzierzou erklärte nämlich, die Königin habe das Vermögen Eier zu legen, welche niemals etwas Anderes als nur Männchen erzeugen, und damit sie eben nur Männchen hervorbringen, müßten diese Eier ohne Befruchtung gelegt werden; daß dagegen die Arbeiterbienen Weibchen seien, in befruchteten Eiern entwickelt; daß diese Weibchen aber zu keiner vollkommenen Ausbildung oder Reife gelangen, vielmehr geschlechtlich wenigstens unreif bleiben und nur ausnahmsweise durch besondere Pflege und Fütterung zur völligen Reife gelangen, welcher sich eine von ihnen durch die Arbeiterbienen zu unterziehen hat, sobald nämlich die einzige Königin stirbt oder sonst wie umgekommen ist, also nothwendig durch eine andere ersetzt werden muß. Er behauptete ferner, daß die Königin selbst das Product eines befruchteten Eies ist, das von ihrer Mutter in eine besondere Zelle gelegt, sofort einer vollkommenen Entwicklung bis zur vollen geschlechtlichen Reife entgegengeführt wird, indem von allen Weibchen allein nur die Königin zur Begattung fähig sei. Diese Angaben wurden mit Zweifel, ja beinahe mit Hohn aufgenommen, bis ein anderer Bienenzüchter, Baron von Berlepsch, die Untersuchungen Dzierzou's wiederholte und sich und andere überzeugte, daß die neue Theorie im völligen Einklange mit der gewonnenen Kenntniß des Haushaltes der Bienen stehe.

Da aber keiner dieser beiden Herren weder hinreichende anatomische Kenntnisse, noch die ausreichende wissenschaftliche Bildung besaß, um den Gegenstand vom Standpunkte strengwissenschaftlicher Forschung aus zu beleuchten, so unternahmen zwei Naturforscher die Prüfung der Sache. v. Siebold, einer der erfahrensten Forscher unserer Zeit, und Leuckart, gleich befähigt zu derartigen Untersuchungen, vergewisserten durch sorgfältige Prüfung, daß die ganze Theorie des Dr. Dzierzon vollkommen mit den Thatsachen im Einklang stehe. Was es ist, werde ich in meiner nächsten Vorlesung zeigen. Die Bienen und die meisten Insecten, welche wir in die Gruppe der Hymenoptera zusammenfassen, sind im Stande fruchtbare Eier auch ohne Befruchtung zu erzeugen; aber diese ihre unbefruchteten Eier entwickeln durchaus nur Männchen, niemals Weibchen. Dieser Prozeß wird „Arrhenotoky“ genannt. v. Siebold dehnte seine Untersuchungen auf die Phyllopoden aus, eine Familie der Crustaceen, und ermittelte, daß deren unbefruchtete Weibchen im Gegentheil Weibchen, immer nur Weibchen in einander folgenden Geschlechtern erzeugen. Diesem Prozesse hat er den Namen „Thelytoky“ gegeben. — Da wir nun wissen, wie unter gewissen Bedingungen männliche Nachkommen entstehen, und unter anderen Bedingungen weibliche, so zweifle ich auch nicht mehr daran, daß im Laufe der Zeiten das Zeugungsvermögen unserer Hausthiere in einer Weise beeinflusst werden kann, um ganz willkürlich das eine oder das andere Geschlecht zu erzeugen.

Siebente Vorlesung.

Das Leben im Bienenstocke.

Das Nervensystem der Insecten gänzlich verschieden von dem der Wirbelthiere. — Unterscheidung der Zellen und der Fütterung bestimmt die Entwicklung der Bienen. — Die das Geschlecht bestimmenden Ursachen bei den Hymenopteren.

Am Schlusse meiner letzten Vorlesung machte ich einige allgemeine Bemerkungen über die Parthenogenese, eine eigenthümliche Weise der Fortpflanzung durch jungfräuliche Weibchen, wie dieselbe zuerst bei einigen Familien der Insecten beobachtet wurde, wo die so erzeugte Nachkommenschaft aus Männchen, nur aus Männchen besteht. Bei der Familie der Phyllopoden, unter den Crustaceen, finden wir denselben Vorgang, nur daß in diesem Falle die Nachkommen im Gegentheile bloß aus Weibchen bestehen. Das Verhalten dieser Thiere zur Zeit der Erzeugung ist ein so eigenthümliches, und sie bekunden so wunderbare Eigenschaften, daß sie der Gegenstand der sorgfältigsten Beobachtung geworden sind. Ihre anscheinend geistige Thätigkeit, als Instinct bekannt, ist mit dem intellectuellen Vermögen der höheren Thiere, ja sogar mit den geistigen Eigenschaften des Menschen verglichen worden. Die

Kenntniß der Thatfachen ist deshalb zu einer begründeten Beurtheilung dieser beiden Vermögen nothwendig, welche Einige nur allein als Instinct ansehen, während Andere sie als Modificationen ein und desselben Vermögens halten. — Man hat oft behauptet, daß der Besitz des Verstandes den Menschen über die thierische Schöpfung erhebt, welcher allein nur Instinct zukäme, und doch rechtfertigen Thatfachen diese Unterscheidung nicht; wie wir wohl finden werden, wenn wir das Leben dieser Thiere aufmerksam betrachten.

Mangel des Gehirns bei den Insecten.

Der Bienenstock, in voller Thätigkeit, besteht aus einer Königin, mehren hundert Drohnen und vielen tausend Arbeitern; diese bilden eine Gemeinschaft, die ein strenggeordnetes Arbeitssystem, in mancher Hinsicht die complicirteste Thätigkeit des Menschen übertreffend, durchführt. Ihr Bau aber zeigt kein Organ, dem entsprechend, durch welches die geistigen Kräfte bei den höher organisirten Thieren und bei dem Menschen sich bekunden. Sie haben nämlich kein eigentliches Gehirn, eben so wenig stimmt auch die Anlage ihres Nervensystems nur annähernd mit dem der Wirbelthiere überein. Bei allen Wirbelthieren verlängert sich die dichte vordere Masse des Nervensystems, welche wir Gehirn nennen, nach hinten in ein langes, schmales Band, bekannt als Rückenmark, in welchem dann zahlreiche Nervenstränge und Nervenfasern ihren Ursprung nehmen und sich in allen Theilen des Organismus verbreiten. Das Gehirn und das Rückenmark, also das ganze centrale Nervensystem ist in eine Höhle eingeschlossen, in den Schädel und die Wirbelsäule, völlig abgeschieden von der Brust- und Bauchhöhle, welche die Organe der Verdauung, des Athmens, der Circulation und der Fortpflanzung enthalten. In den Gliederthieren dagegen, zu welchen alle Insecten, spinnen- und krebstartigen Thiere und die Würmer gehören, ist das Nervensystem

durch die ganze Länge des Körpers vertheilt und zwar in Form einer Reihe von Nervenknoten durch Nervenfasern untereinander verbunden. Der erste dieser Nervenknoten liegt im Kopfe über der Speiseröhre, alle folgenden in gleichmäßigen Abständen von einander in der Mittellinie der Bauchseite. So hat es den Anschein, als ob die Nervenbatterien, von welchen alle Willensäußerungen ausgehen, durch welche alle Lebensthätigkeit bestimmt und geregelt wird, von denen alle äußeren Eindrücke empfunden und concentrirt werden, in diesen beiden Typen des Thierreiches durchaus verschieden wären. Deshalb ist denn auch kaum anzunehmen, daß die durch diese Organe geäußerte Geistesthätigkeit ein und dieselbe sein sollte.

Das Schwärmen und der Auszug der Königin.

Lassen Sie uns einige der Handlungen betrachten, durch welche der sogenannte Instinkt bei dem Bienenvolke sich bekundet. Wenn eine solche Biengemeinde für einen bestimmten Stock zu volkreich wird, so „schwärmen“ die Bienen, wie man es nennt, d. h. ein Theil der Uebervölkerung trennt sich ab und zieht aus, um eine neue Kolonie zu gründen. In solchem Falle sind die Auswanderer ausgesucht, oder sie bilden, anscheinend mit directer Beziehung auf das zukünftige Wohl der neuen Kolonie, ihre eigene Bande, indem sie das numerische Verhältniß sich bewahren, welches alle gesunden Bienenstöcke charakterisirt. Der Schwarm besteht aus einer Königin, einigen hundert Männchen oder Drohnen und Tausenden von Arbeiterbienen oder unentwickelten Weibchen. Dies ist das normale Verhältniß in einem Bienenstaate, und so organisirte Bienenvölker können Jahre lang zusammenhalten. Man spricht von Einhundert Jahre alten Bienenstöcken; doch ist dies wahrscheinlich Uebertreibung, denn zwanzigjährige Stöcke sind schon selten; sie überleben nicht oft das siebente, achte, vielleicht auch noch das zehnte Jahr. Mit dieser Lebensdauer eines Bienenstockes

meine ich aber nicht etwa, daß die denselben bildenden einzelnen Bienen alle die ganze Zeit hindurch, also bis zehn Jahre lang, am Leben bleiben. Die Königin lebt wirklich kaum länger als drei bis vier Jahre; eine sieben Jahr alte Königin ist in der That schon eine Seltenheit, während die Drohnen niemals den Sommer, in welchem sie geboren, überleben, und die Arbeiterbienen nach und nach hinsterven und immer durch neue ersetzt werden. Aber der Bienenstock als Ganzes, als Volk, besteht einen längeren Zeitraum hindurch, indem er durch Fortpflanzung den Abgang der Individuen stets wieder erneuert, bis er, wie bei den Menschen, zuletzt aus verschiedenen Generationen, zu verschiedenen Zeiten geboren, besteht. Wenn ein Schwarm von einem alten Volke sich ablöst, um eine neue Kolonie zu gründen, so verdankt man eine solche Theilung im Allgemeinen einer neuen Königin. Die Bienenkönigin, welche, gewöhnlich ganz zufrieden mit ihrem Loose, allein nur der Pflege ihrer Nachkommen obliegt, thätig und ausdauernd in der Fürsorge um die Eier, wird wüthend, sobald eine Nebenhuhlerin im Staate auftritt. Sie stürzt sich auf dieselbe, und beide kämpfen oft bis zum Tode miteinander. Dies ist eine so gut verstandene Sache im Bienenvolke, daß die Arbeiter mit ängstlicher Sorge derartige Kämpfe zu verhindern suchen, indem sie die eben ihre königliche Zelle verlassende neue Königin in derselben gewaltsam zurückhalten, bis alle Anderen ausgeschwärmt sind. Um diese Zeit nun pflegen die Arbeiterinnen um jene Zelle, in welcher eine Königin sich entwickelt hat, sich zu versammeln, und untersuchen, ob deren Entwicklung schon vollendet ist. Sollte die junge Königin etwa geneigt sein baldigst auszukriechen, so deckeln sie die Zelle noch stärker mit Wachs zu, um dadurch den Auszug der königlichen Gefangenen zu verhindern. Versucht sie es dennoch durchzubrechen oder auch sich durchzunagen, so drängen die Arbeiterinnen sich dicht an die Oeffnung oder häufen eine solche Masse Wachs um den Bruch herum, daß alle Anstrengungen der jungen Königin vergebens sind. Nur erst wenn die alte friedlich abgezogen, wird

die neue in Freiheit gesetzt. Was aber das Außerordentliche dieser Thatsache noch erhöht, ist, daß die Arbeiterinnen vorher noch keiner Geburt einer Königin oder eines reifen Weibchens beiwohnten; ihr Bienenstock kannte ja nur eine Königin, und dennoch wissen sie all die Gefahren voraus, die von einer neuen wahrscheinlich entstehen würden, und suchen sie darum möglichst zu verhüten. — Ist es denn nur möglich, daß diese Geschöpfe bewußt das Rechte thun zur rechten Zeit vermittelt einer dem menschlichen Verstande ähnlichen geistigen Begabung?

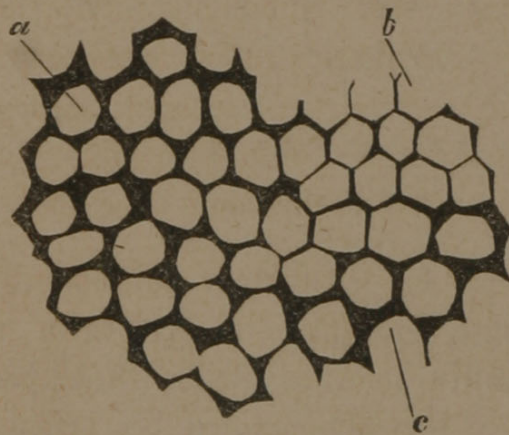


Fig. 14. Uebergangszellen der Biene.

a und b Reihen eingeschalteter Zellen; c Drohnenzellen.

Der glücklich entkommene Schwarm wählt sich nun einen günstigen Ort für seine neue Niederlassung, — vielleicht eine Felsenspalte oder auch wohl einen geeigneten Riß in einem Baumstamme, unter den Zweigen. Nachdem er sich hier niedergelassen, fliegt eine einzige Arbeiterbiene — eine nur von vielleicht zwanzigtausend aus der Schaar auf, und legt — nicht den ersten Stein, aber doch das erste Stückchen Wachs, das die Grundlage einer neuen Scheibe, einer neuen Wabe werden soll. Ehe sie schwärmen, haben sie alle sich bereits hinreichend mit Wachs und auch mit Nahrung versehen, sind also zur Begründung der Heimat, zur Einrichtung der neuen Häuslichkeit ausgerüstet.

Der Bau einer Honigscheibe, mit einer zweifachen Reihe von Zellen auf entgegengesetzten Seiten, taubenschwanzartig in-

einander gebaut, mit größeren Zellen für die Drohnen und den ganz besonderen Zellen für ihre Königinnen, ist Ihnen so wohl bekannt, daß ich nicht nöthig habe dabei zu verweilen, was übrigens auch jedes encyklopädische Werk Ihnen bietet. Die ersten Zellen, auf einer etwas unebenen Fläche erbaut, sind unregelmäßig und mögen deshalb auch wohl unbewohnbar sein;

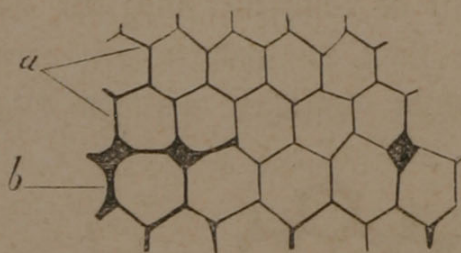


Fig. 15. Uebergangszellen.

a der Arbeitsbienen, b der Drohnen.

aber sie bilden doch die Grundlage vollkommener Zellen, deren Regelmäßigkeit und Sorgfalt in der Form und den gegenseitigen Verhältnissen zu allen Zeiten Gegenstand der Bewunderung war. Die Unregelmäßigkeit der ersten Zellen, die sich der Unebenheit der Oberfläche anpassen, scheint nur ein Beweis mehr, daß diese Thiere mit Ueberlegung handeln und nicht wie Maschinen. Dr. Wyman veröffentlichte einen höchst interessanten Bericht über die Unregelmäßigkeiten der Zellen in einer Honigscheibe.

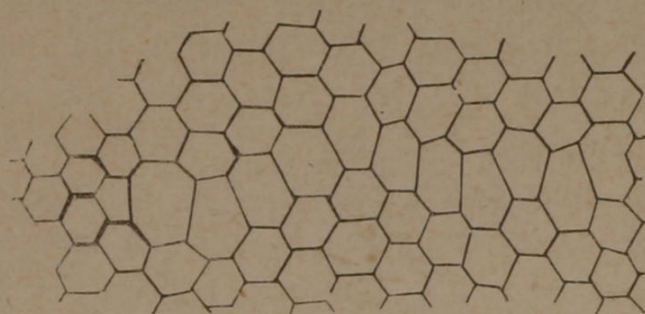


Fig. 16. Zellen der Arbeiter.

Diese Zellen wechseln ab in der Form und in der Größe der Oeffnung.
(Kopie nach Prof. Wyman.)

Ich verweile noch einen Augenblick bei der Thatsache, daß

die ersten Zellen jede mögliche Abwechslung in der Form zeigen, eben um sich der Dertlichkeit anzupassen, da dies noch nicht allgemein bekannt ist.

Nachdem nun die erste Biene die erste Zelle gebaut hat, kommt eine zweite und setzt sich ihr gerade gegenüber, Kopf gegen Kopf; dann kommt eine dritte an ihre Seite, so daß diese beiden nebeneinander stehen, und alle Uebrigen folgen in

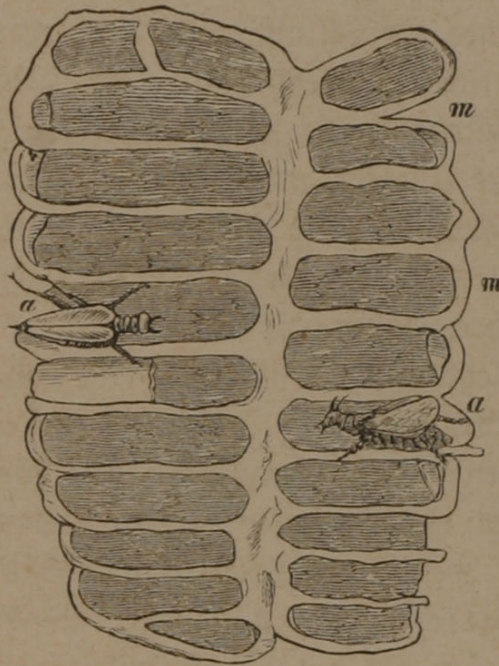


Fig. 17. Zellen in einem Bienenstocke.

m m Honigzellen mit Deckel. a a Honig einbringende Bienen.

der beschlossenen Richtung; jede baut eine Zelle um sich herum, bis nachgerade eine Scheibe von mäßiger Größe, etwa einen Fuß lang, sechs bis sieben Zoll breit, aufgeführt ist; die Stärke ist unabänderlich die einer doppelten Reihe von Zellen. Diese ganze Arbeit führen die unvollkommenen Weibchen oder sogenannten Arbeiter aus; weder die Drohnen noch die Königin nehmen den geringsten Antheil daran. Im Gegentheil, die Arbeitsbienen sind unermüdlich thätig, indem sie auch die Nahrung für das Volk einbringen; sie fliegen täglich aus, um Honig zu sammeln, füllen die Zellen, soweit dieselben fertig sind, mit Futter und deckeln sie dann sorgfältig gegen Verlust;

so sichern sie große Vorräthe von Honig. Bei all diesen Arbeiten bleiben die Drohnen müßige Zuschauer; träge und unthätig scheinen sie ein von den Arbeiterbienen völlig verschiedenes Naturell zu haben.

Die Honigwaben sind nun hinreichend vorgerückt, und jetzt beginnt die Königin Eier zu legen. Hier stoßen wir nun auf eine andere wunderbare Aeußerung des geistigen Vermögens, welche wir Instinkt nennen. Wir haben gesehen, daß ein gewisses numerisches Verhältniß zum Wohlergehen eines Bienenstaates wesentlich nothwendig ist. Er bedarf nur einer Königin und höchstens zweier oder dreier Königinnen-Eier, und selbst dann ist das Unglück gewiß, sobald dieselben ausgekrochen sind; es müssen auch mehrere hundert Drohnen da sein, und ebenso viele tausende von Arbeiterinnen. Zur Vorbereitung dieses Verhältnisses haben die Arbeiterinnen ihre Zellen so systematisch angelegt, als ob sie durch eine höhere geistige Kraft dazu geleitet worden wären — besondere Zellen, für die Eier, aus welchen tausende von unvollkommenen Weibchen oder Arbeiterinnen erzeugt werden sollen, andere etwas größer, für die Entwicklung der weniger zahlreichen Drohnen; und ein paar sogenannte königliche Zellen, größer als die der Drohnen, und sehr viel größer als die der Arbeiterbienen, und zugleich von sehr eigenthümlicher Form, aus denen nachher vollkommene Weibchen oder Königinnen erwachsen.

Die Königinnenzellen stehen aus den Waben hervor und haben eine große Oeffnung. In einer Scheibe finden wir gewöhnlich zwei auch wohl drei solcher Zellen. In alten Stöcken befindet sich häufig kein Vorrath an Speise für die Ankunft einer neuen Königin, und in diesem Falle werden dann auch keine königlichen Zellen gebaut; aber in einer neuen Kolonie kann man zuweilen mehre solcher Zellen auf einer Wabe sehen. Aber in noch größere Verlegenheit als der Impuls, Instinkt, oder die unbewußte Ueberlegung, welche die Arbeiterinnen bei Aufführung dieser verschiedenen Zellen leitet, setzt uns die einsichtsvolle Wahl der Königin bei der Vertheilung ihrer Eier

in diese verschiedenen Arten von Zellen. Sie findet tausend und abertausende von Zellschen, und legt nur in diese ihre befruchteten Eier ab, in welchen Arbeiterinnen sich entwickeln. In die königlichen Zellen, — oder wie es in vielen Stöcken der Fall ist, in nur eine königliche Zelle — legt sie ein Ei,

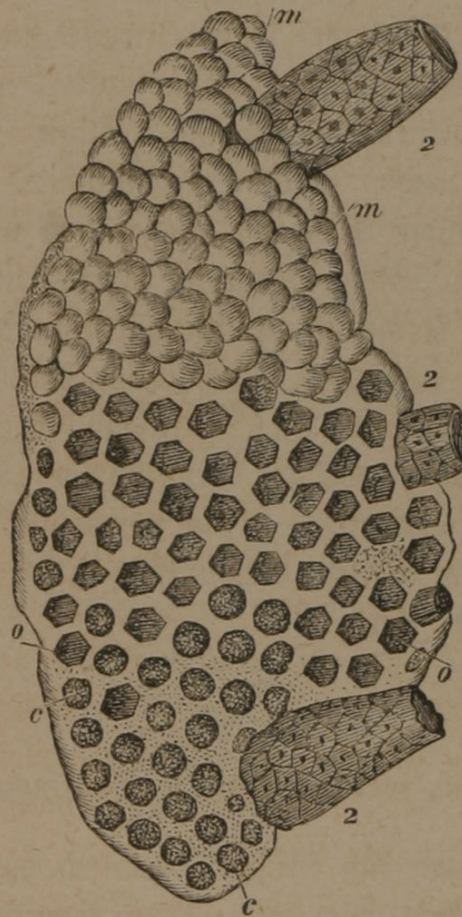


Fig. 18. Die drei Arten der Zellen.

m m Gedeckelte Honigzellen. c c Zellen mit jungen Bienen (ebenfalls gedeckelt). o o Offene Zellen. 2, 2, 2, königliche Zellen, offen.

ebenfalls befruchtet, in welchem ganz bestimmt ein vollkommenes Weibchen, oder eben eine Königin entstehen wird. Die Eier der vollkommenen und unvollkommenen Weibchen unterscheiden sich ursprünglich gar nicht; der endliche Unterschied ist nur die Wirkung besonderer Pflege und Fütterung des königlichen Eies. Die Arbeiterinnen versorgen nämlich die Königinzelle im voraus mit dem Blüthenstaube der Staubfäden

und mit Honig, so daß, wenn das kleine dicke Würmchen aus seinem Eichen kommt, es sich auch schon inmitten der zu seiner Entwicklung als Königin nothwendigen Nahrung befindet. Woher kennen denn nun diese Pflegerinnen die Quantität und die Qualität der Speise, welche die in ihrer Obhut befindlichen Eier bedürfen? Auf diese Frage haben wir keine Antwort. Aber die Sache selbst leidet keinen Zweifel, und sie führen ihre Arbeit mit ganz überraschender Sparsamkeit und Sorgfalt aus. — In die Drohnenzellen legt die Königin nur unbefruchtete Eier, und diese erzeugen stets nur Männchen. Die Befähigung durch welche alle diese Arbeiten ausgeführt werden, ohne jegliche Unterweisung, ohne vorherige Erfahrung, ohne irgend welche vorgängige Kenntniß der Verhältnisse und Bedingungen, die für das Leben und das Wachsthum der Eier nöthig sind, diese Gaben nennen wir Instinct; im Gegensatze zu jenen geistigen Vorgängen, welche Beweisgrund, vernünftige Erwägung, logische Folgerungen in sich vereinigen, durch welche jede Handlung mit dem vollen Bewußtsein aller bezüglichlichen Verhältnisse ausgeführt wird.

Beobachtungen, welche bekannte Thatfachen beweisen.

Wohl darf man sich fragen, wodurch haben wir denn erfahren, woher wissen wir denn, daß gewisse Eier befruchtet wurden, während andere unbefruchtet blieben? Die Antwort hat sich nach und nach durch eine ununterbrochene Reihe der sorgfältigsten und schärfsten Beobachtungen gebildet. Man weiß, daß bei den Bienen — wie bei den meisten Vögeln — der Act der Begattung außerhalb des Bienenstockes und zwar in der Luft während des Fluges vollzogen wird. So geschieht es denn zuweilen, daß eine Bienenkönigin durch Verletzung oder Mißbildung — mangelhafte Flügel zum Beispiel — nicht ausfliegen und den Bienenstock nicht verlassen kann. Unter diesen Umständen ist sie zur Befruchtung unfähig, und dennoch hat

man sie Eier legen sehen, aus welchen ausschließlich Männchen oder Drohnen hervorgingen. Diese Thatsache gab den Schlüssel; spätere Beobachtungen bewiesen über jeden Zweifel, daß die Arbeiterinnen immer in befruchteten Eiern erzeugt wurden. Noch aber war es ein Geheimniß, daß in ein und demselben Eierstocke eine gewisse Anzahl Eier unter befruchtenden Einfluß gebracht werden konnte, während die anderen unberührt blieben.

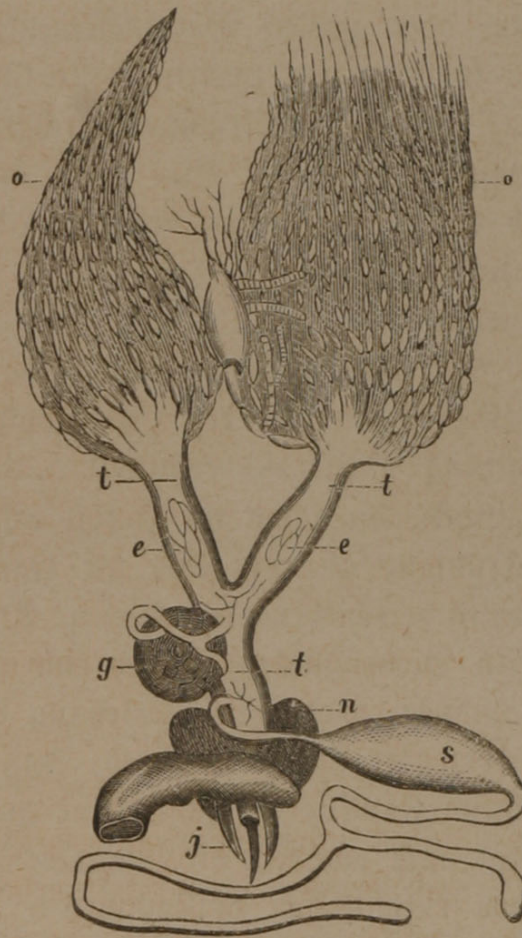


Fig. 19. Eierstöcke u. d. Bienen.

o o Eierstöcke. t, t, t Eileiter. e, e Eier in den Eileitern.
g Samenbehälter. n und j der Stachel. s die Giftblase.

Durch eine geschickte anatomische Untersuchung hat v. Siebold die Ueberzeugung gewonnen, daß das besondere Organ der Bienenkönigin, in welches sie die männlichen Samenelemente nach der Begattung aufnimmt, eine muskulöse Vorrichtung hat,

welche die Biene ganz willkürlich öffnen oder schließen kann. Dieses Organ, als Samenbehälter, *receptaculum seminis* bekannt, sitzt an einer Stelle der Eileiter, an welcher die vom Ovarium abgelösten Eier vorbei müssen, genau in der Mitte zwischen dem Eierstocke und dem Ende der Eileiter. Die Königin steht auf dem Rande der Zelle, in welche das befruchtete oder unbefruchtete Ei gelegt werden soll. Ist ersteres der Fall, so hat sie die Macht den Samenbehälter zu öffnen, und erlaubt nun einem oder zweien Samenelementen mit dem Ei in Berührung zu kommen; im zweiten Falle kann sie das Organ schließen und das Ei unbefruchtet durchgehen lassen. v. Siebold hat bewiesen, daß die Eier stets unbefruchtet sind, welche oberhalb der Deffnung des *receptaculum seminis* in den Eileiter (an welcher Deffnung diese Organe sich vereinigen) ausgeschnitten wurden.

v. Siebold hat auch noch ähnliche Thatfachen in der Geschichte einer anderen Species der Hymenopteren, einer Art Wespen der Gattung *Polistes*, ermittelt. In diesem Falle fangen die Königinnen, die schon im Herbst befruchtet wurden, ganz zeitig im Frühjahr an ihre Eier zu legen; aus diesen Eiern entstehen dann verschiedenartige Wesen, Arbeiterinnen und Männchen, wie im Bienenstaate. Durch eine sorgfältige Zerstörung aller Männchen, was ohne Verletzung der Waben ausgeführt wurde, überzeugte sich v. Siebold, daß die Parthenogenese auch in dieser Familie herrscht. Eine große Menge von Eiern wurde gelegt auch nachdem die Männchen getödtet waren, aber die aus ihnen entwickelten vollkommenen Insekten waren stets nur Männchen, und niemals ein Weibchen darunter. Es ist nunmehr hinreichend erwiesen, nicht nur bei den Wespen und Bienen, sondern für viele andere Insekten aus der Ordnung der Hymenopteren, daß jungfräuliche Weibchen wohl männliche Nachkommen erzeugen können, ohne Beeinflussung des Männchens.

Achte Vorlesung.

Lebenscharakteristik.

Die geistigen Kräfte und ihre Vertheilung unter den Thieren. — Möglichkeit, daß Insecten eine ganz verschiedene Art von Intelligenz besitzen. — Das Gehirn der Fische. — Kurzer Blick auf die Strahlthiere.

Seit dem höchsten Alterthume sind die geistigen Kräfte des Menschen Gegenstand des Studiums und des Nachdenkens der Philosophen gewesen. Metaphysiker haben dieses Feld der Untersuchung ausschließlich und wesentlich als ihr Eigenthum betrachtet, und stets eifersüchtig auf jeden Versuch geachtet, der von einem anderen Gesichtspunkte aus diesen Gegenstand behandelte. Jedoch, mit der Neubelebung in der Wissenschaft, im sechszehnten Jahrhundert, fingen auch die Naturforscher an, die Aeußerungen der geistigen Willenskraft bei den Thieren mit Rücksicht auf deren organischen Bau zu betrachten. Von jener Zeit an hat die Forschung eine neue Richtung genommen; Psychologie und Physiologie sind gemeinschaftlich studirt worden; es ist anerkannt, daß die Thätigkeit der geistigen Kraft sowohl bei den Menschen wie auch bei den Thieren mehr oder weniger mit der Organisation ihres Körpers im Zusammenhang steht. In unseren Tagen ist es unmöglich, irgend eine

metaphysische Frage zu besprechen, außer im Zusammenhange mit gewissen Organen ihres lebendigen Körpers, ohne welchen geistige Rundgebungen eben unmöglich sind. Ich will nicht sagen, und glaube es auch nicht, daß die geistigen Eigenschaften ein Erzeugniß dieser Organe sind; aber das kann ich erklären, was wirklich jeder aufmerksame, denkende Mensch anerkennen und zugestehen muß, daß Sie ohne Gehirn kein Denkvermögen besitzen; ohne Gehirn haben Sie keine Aeußerung geistiger Thätigkeit; ohne eine gewisse Organisation ist nicht einmal die Rundgebung jener instiktiven Fähigkeiten der niederen Thiere möglich. In der Organisation, mit und durch dieselbe wirken diese Kräfte; und nur durch das eingehende Studium des Organismus in Verbindung mit den geistigen Fähigkeiten dürfen wir hoffen, über deren wahres Wesen einige Aufklärung zu erhalten. Ich will damit nicht sagen, daß geistige Prozesse nicht an und für sich von einem rein metaphysischen Standpunkte aus betrachtet werden können; aber wir werden immer mehr dazu geführt, den Bau der Organe in Erwägung zu ziehen, durch welche der Geist als ein wesentliches Theil des Subjectes thätig ist. Anatomie und Physiologie sind die natürlichen Bundesgenossen der Metaphysik, und sie müssen mit in den Kauf genommen werden, mögen nun die Logiker wollen oder nicht; es sei denn, daß sie sich mit einer Wiederholung der traditionellen Spekulationen der Philosophie längst vergangener Zeiten befriedigt fühlen!

Sind alle geistigen Fähigkeiten dieselben?

Es giebt aber noch einen anderen sehr gewichtigen Weg diesem Gegenstande näher zu kommen. Die Weisheit des Menschen ist gleichsam in der Sprache begründet. Durch dieselbe haben die Menschen, bewußt oder unbewußt, die besten Erfolge ihrer geistigen Bestrebungen, oder die gelegentlichen Aeußerungen ihrer natürlichen geistigen Gaben bewahrt. Durch ein

sorgfältiges vergleichendes Studium der Sprachen, ja selbst schon durch den Vergleich einzelner Wörter, können wir uns wohl eine Idee von dem Werthe machen, welchen die Menschen alle Zeiten hindurch auf ihre eigenen geistigen Fähigkeiten legten. Indes haben verschiedene Völker keinesweges den gleichen Reichthum an Ausdrücken diese Fähigkeiten zu bezeichnen, einige machen einen feinen Unterschied zwischen speciellen geistigen Kräften, welche andere gar nicht kennen. Die Deutschen bezeichnen mit den Worten „Verstand und Vernunft“ ein zwiefaches geistiges Vermögen, mit dem ersten die Ueberlegung, Begründung und Schlußfolgerung, welche geistige Thätigkeit wir im Englischen mit *intellect*, *intelligence*, *reason* bezeichnen können; und mit dem zweiten, mit Vernunft, die unbewußte Willenshandlung der geistigen Kraft ohne das Element der logischen Schlußfolgerung und Combination, welche zu bewußter geistiger Thätigkeit erforderlich ist. Unser englisches Wort: „*intelligence*“ giebt vollkommen das Deutsche „Verstand“ wieder; aber „*sense*“ — es wäre denn, daß wir es als „*good sense*“ oder „*common sense*“ (gesunder Menschenverstand) oder als Urtheilskraft brauchen, — kurz um, als jene Eigenschaft, welche Kenntniß nimmt von unserem täglichen Leben und dasselbe ohne bewußte Anstrengung leitet, übersetzt wohl kaum das deutsche Wort „Vernunft!“ Hier ist nicht der Ort, und ich besitze auch nicht die nöthigen Kenntnisse, um diesen Gegenstand der Erläuterung zu verfolgen; ich erwähnte ihn nur, weil eben der vergleichende Werth und die Bedeutung der Worte einen sehr großen Antheil an der Untersuchung der geistigen Eigenschaften und deren Aeußerungen haben.

Sind denn nun alle geistigen Fähigkeiten dieselben? Giebt es nur eine Art geistigen Vermögens im ganzen Thierreiche, unterschieden nur dem Grade und der Ausdehnung nach? In einer Reihe bewundernswerther Vorlesungen, welche Dr. Brown-Séquard neulich in Boston hielt, legte er seinen Zuhörern eine neue Philosophie der geistigen Kräfte vor. Durch physiologische

Versuche, in Verbindung mit dem sorgfältigen Studium und der Vergleichung pathologischer Fälle, ist er zu dem Schluß gekommen, daß es zwei wesentlich verschiedene Arten geistiger Kräfte im menschlichen Organismus giebt oder die durch den menschlichen Organismus ihre Thätigkeit äußern. Die eine kann bezeichnet werden als ein gewöhnliches bewußtes Verstandniß — Einsicht; die andere als ein höheres Vermögen das unsere bessere Natur controlirt, unsere Räthsel, unsere Schwierigkeiten plötzlich und unerwartet, ja selbst im Schlafe löst, uns das Rechte zur „Rechten Zeit“ eingiebt, und durch uns wirkt, ohne unser bewußtes eigenes Thun, und dennoch bildungs- und steigerungsfähig; ich sollte vielleicht lieber sagen: unser eigener Organismus kann zu einem bildsameren Instrumente erzogen werden, durch welches eben jene Macht in uns handelt.

Die geistigen Eigenschaften sind bei allen Wirbelthieren ähnliche.

Nun sehe ich gar nicht ein, warum wir diese Ansicht nicht annehmen sollen; sie steht ja im Einklange mit den uns bekannten Thatfachen. Mein Freund, Dr. Brown-Séquard, hat sich durch Experimente überzeugt, daß der feine Mechanismus des menschlichen Körperbaues, über dessen Beziehungen zur geistigen Thätigkeit wir so wenig wissen, bisweilen durch eine außer uns befindliche Macht geleitet wird, welche mit jener Organisation ebenso vertraut, wie sie uns unbekannt ist. Sene Versuche sind nicht minder scharfsinnig als seltsam und interessant. Wenn ich nun diese Ansicht zu rechtfertigen hätte, dann entsteht die Frage, ob diese Fähigkeiten bis zu einem gewissen Grade und innerhalb gewisser Grenzen in allen höheren Thieren bestehen, und ob sie überhaupt in den niederen Thieren gefunden werden. Anatomische Beweggründe werden unzweifelhaft sehr wichtig bei der Entscheidung dieser Frage sein. Durch den ganzen Typus der Wirbelthiere hindurch, einschließlich der

Säugethiere und des Menschen, ist der Körperbau und die Anlage des Nervensystemes in einer gewissen Uebereinstimmung. Das Gehirn und das Rückenmark steht bei allen in gleicher Verbindung mit den übrigen Theilen des Organismus, und von dem Nervecentrum aus verbreiten die Nerven sich durch den ganzen Körper. Wenn ich nicht irre, können wir bei allen Wirbelthieren den menschlichen verwandte geistige Kräfte finden. Wir können den höheren Thieren einen gewissen Grad von Ueberlegung, ein beschränktes Maß von Verstand und Berechnungsvermögen, dem unsrigen ähnlich, nicht absprechen, wenn wir den klarsten und schlagendsten Thatsachen gegenüber nicht blind sein wollen. Schwerlich werden Sie den Herrn und Freund eines klugen Hundes überzeugen können, daß die Spielereien und Neckereien dieses, die Sorge für seine Jungen, die Anhänglichkeit, Erinnerung und Treue für dieselben von ähnlichen Gefühlen seines eigenen Ichs sich unterscheiden. Welchen Unterschied wollen Sie denn zwischen der Freude und Lust des Hundes, der mit dem Herrn ganz augenscheinlich in bewußter Erwartung des bevorstehenden Vergnügens zur Jagd aufbricht, und der des Jägers selbst erkennen, ausgenommen höchstens die kindische Weise der Aeußerungen? Die Thiere beobachten sicherlich ebenso aufmerksam und scharf, vermeiden ebenso vorsichtig Gefahren und beaufsichtigen ihre Jungen ebenso wie der Mensch; ja, sie beschämen ihn zuweilen durch ihre zärtliche, selbstlose Sorge für den Sprößling. In ihren moralischen Verhältnissen geben sie uns den sichereren Beweis eines natürlichen Gefühles für Recht und Unrecht so scharf, wenn nicht gar ebenso empfänglich für höhere Ausbildung, wie der Mensch. Hinsichtlich des eigentlichen Wesens unserer geistigen Kräfte haben wir deshalb, behaupte ich, keine Berechtigung eine bevorzugte Stellung in der thierischen Schöpfung uns anzumaßen. Nur den großen Vorzug, die Ueberlegenheit haben wir: daß wir unsere geistigen Fähigkeiten zu höherer Entwicklung ausbilden können; daß wir Weisheit erlangen, sie vermehren und bewahren können durch Anhäufung von Kenntnissen; und mit

dieser höheren Begabung kommt dann eine höhere, eine edlere Verantwortlichkeit.

Abweichende geistige Fähigkeit bei den Insekten.

Deshalb glaube ich auch, daß die Wirbelthiere bei der übereinstimmenden allgemeinen Ähnlichkeit ihrer Organisation, auch gleiche geistige Fähigkeiten besitzen, die eben nur dem Grade nach verschieden ist. Analysiren wir dagegen die geistigen Aeußerungen der Insekten, rufen wir uns z. B. den Haushalt der Bienen in das Gedächtniß, so haben wir nicht mehr dieselbe Richtschnur; und auch die Thätigkeitsäußerungen haben einen anderen Charakter. Bei ihnen sehen wir die Summe der Kräfte und Fähigkeiten, denn Tausende von Wesen wirken für denselben Zweck, scheinbar zu einem Ziele, was doch sehr verschieden von dem individuellen Verstande des Menschen und auch der höheren Thiere ist. Die Anatomie des Insektes, der Bau und die Einrichtung seines Nervensystems, die Verbreitung der Nervenfasern zeigen eine von jener der Wirbelthiere durchaus verschiedene Organisation. Wir sind deshalb versucht zu glauben, — und wir stehen hierbei vielleicht auf sehr schwacher Grundlage, denn alle unsere bezüglichlichen Kenntnisse liegen noch in ihrer ersten Kindheit, — daß diese Rundgebungen der geistigen Fähigkeiten bei den Insekten eigenthümliche, uns und den mit uns im Bau verwandten Thieren unbekannte Kräfte sind: aber sie sind unter den Insekten überaus weit verbreitet und zeigen im Vergleich einen eben so großen Unterschied in Ausdehnung und Intensität, wie die geistigen Eigenschaften der Wirbelthiere. Es giebt z. B. wohl keinen größeren Unterschied im Temperament zwischen dem trägen Faulthier und dem ewig beweglichen Affen, als zwischen dem langsam kriechenden Insekt, das schwerfällig und mühevoll am Boden sich fortschleppt, und dem lustig springenden Grashüpfer oder dem leichtflatternden Schmetterlinge. Ja, schon in einem

Bienenvolke finden wir einen auffälligen Unterschied im Temperamente der verschiedenen Insekten. Das sind Probleme, für welche jeder denkende Mensch sich interessiren sollte, und welche die Beachtung der Gelehrten wie der Ungelehrten erheischen, denn dieses Feld ist neu. Die geistige Thätigkeit der Insekten ist nicht Resultat der Erfahrung. Sie bereiten Zustände vor, welche sie vorher nicht kannten, und bekunden bei ihrer Geburt, ja selbst schon während sie noch in ihren Zellen eingeschlossen sind, jene Eigenschaft, welche wir Instinct zu nennen pflegen. Die verschiedenen Glieder des Volkes unterscheiden sich, wie wir gesehen, sehr in Gewohnheiten und Temperament, und doch ist kein Unterschied der Organisation zwischen Drohne, Arbeiterbiene und Königin. Obwohl also ihre Organisation das Werkzeug ist, ohne welches sie in keiner Weise ihre Thätigkeit äußern können, sind doch diese geistigen Unterschiede offenbar unabhängig von der Organisation.

Die Form des Gehirns ist kein Zeichen der geistigen Verschiedenheit.

Ich entsinne mich, daß meine letzte Vorlesung in Europa vor meiner Uebersiedelung nach Amerika — es war vor der Helvetischen Gesellschaft in Genf, im Jahre 1845 — das Gehirn der Fische behandelte. Ich versuchte damals zu zeigen, und glaube es auch wirklich nachgewiesen zu haben, obwohl dieser Gegenstand seitdem nicht einen Schritt vorwärts gekommen ist, daß die Gewohnheiten und die natürlichen Neigungen dieser Thierklasse gänzlich unabhängig von den charakteristischen Eigenthümlichkeiten ihres Gehirns sind. Die gefräßigsten Fische, so überaus behende in der Verfolgung ihrer Nahrung, solche wie der Lachs, die Forelle und alle Arten der Gattung *Salmo* haben ein Gehirn, das ganz identisch ist mit dem anderer Vertreter eben dieser Familie, wie der Schnäpel (*Coregonus*), welche von todtten und in Auflösung begriffenen organischen

Substanzen sich nähren, keine lebende Beute jagen, und friedliebende, ruhige, harmlose Geschöpfe sind. Das Gehirn in seiner Totalität ist ein höchst eigenthümliches Organ, durch welches geistige Kräfte sich äußern, obwohl — wie wir aus dem soeben angeführten Beispiele sahen, — die Beschaffenheit des Gehirns dieselbe sein kann, Neigungen und Gewohnheiten aber ganz verschieden sind. Ich bin nicht vorbereitet, um über das Wesen dieser geistigen Kräfte und deren Beziehung zum organischen Bau sprechen zu können. Niemand kann den Erfolg einer Untersuchung geben, ehe noch dieselbe gemacht ist, und wir sind ja eben nur erst im Vorhause dieser Studien.

Lassen Sie uns noch einen Augenblick zu der anderen Seite dieser Frage zurückkehren. Wie sind die Eigenschaften von Generation zu Generation übertragen worden? Durch welche Vermittelung sind sie der Nachwelt überliefert. Gestatten Sie mir, Sie noch einmal daran zu erinnern, daß es kein lebendes Geschöpf, weder animalisches noch vegetabilisches giebt ausgenommen die durch Knospen und Theilung entstandenen, welches seinen Ursprung nicht im Ei genommen hätte. Das Ei, ich wiederhole es, ist das Sieb, durch welches die frühere Geschichte eines lebenden Geschöpfes hindurch geht, ehe es in die Geschichte eines anderen lebenden Wesens aufgenommen wird. Hier haben wir die wahre Entwicklung. Das Ei eines Thieres giebt einem anderen Leben, welches dem gleicht, von dem es selbst abstammt. Das ovulum einer Eiche erzeugt eine Eichel, und mit der Zeit wieder eine Eiche. Alles geht bis zum Ei zurück; und das Ei entfaltet in seiner Entwicklung Alles, was es selbst empfangt; entwickelt jede Eigenschaft, Fähigkeit, Neigung, jeden Zug, den Bau, kurz Alles was ihm durch die ganze Reihe seiner eigenen Vorfahren übermacht worden ist. Das ist die wahre Entwicklung, wie sie thatsächlich die Natur selbst uns giebt; und ich glaube, das allein ist der Sinn, und das die Gränzen, innerhalb welcher organische Entwicklung stattfindet. Man kennt kein Ei, in welchem sich etwas Anderes entwickelt als was ihm durch den

mütterlichen Organismus mitgetheilt worden ist; auch glaube ich es nicht, daß es überhaupt ein Ei geben kann mit dem Vermögen zu entwickeln was gar nicht in ihm gegeben ist. Noch niemals ist ein solcher Fall vorgekommen. Aber es handelt sich noch um eine zweite Frage: Kommt in jedem Falle Alles, was im Ei ist, auch nothwendiger Weise wieder heraus? Ich glaube nicht. Wie einerseits Nichts aus dem Ei hervorgehen kann, was dasselbe nicht von seinen Vorfahren empfangen hätte, so braucht auch andererseits nicht nothwendig Alles was in ihm ist sich zu entwickeln.

Die Fragen vom Ursprunge.

Was diesen Kräften den Ursprung gab, ist eine Frage, sehr verschieden von jener, was dieselben fortbestehen läßt; auch darauf haben wir bis jetzt keine Antwort. Ob die Kräfte sich ändern können, ob sie es jemals gethan haben; oder ob sie im Laufe der Zeiten sich steigerten, das sind Fragen, welche nur im Lichte der geologischen Aufeinanderfolge erörtert werden können; und ich lasse diesen Theil unseres Themas jetzt außer Betracht, weil er sich auf ein ungeheures Gebiet geologischer und paläontologischer Thatfachen stützt, für welche wir hier nicht Zeit haben. Ich beschränke mich hier nur auf die Geschichte des Eies und wiederhole nachdrücklich, daß, soweit unser Wissen reicht, das Ei eben Nichts entwickelt als was es von seinen Erzeugern empfing, und daß es andererseits nicht genöthigt ist stets Alles und ununterbrochen zu entwickeln. Die Fortdauer angeerbter Charaktere wird zuweilen unterbrochen und ihr Wiedererscheinen tritt erst nach Verlauf von einer oder zwei Generationen ein.

Nach gewissen Thatfachen dürfte es zweifelhaft scheinen, wie weit der Act der Befruchtung für alle das Wachsthum und die Erzeugung eines neuen Wesens begleitenden Erscheinungen wesentlich ist. Ich habe den Furchungsproceß als einen

die Entwicklung des neuen Geschöpfes einleitenden Vorgang bezeichnet. Bei mehreren Fischarten beobachtete ich, daß der Furchungsproceß lange vor der Befruchtung des Eies verläuft. In solchen Fällen ist das neue Wesen zweifellos schon vor der Befruchtung im Ei angelegt. Der unabhängige Einfluß des Weibchens ist in einem solchen Falle sicherlich nicht bloß auf die Erzeugung des Eies mit einem Dotter von gewissem Umfange beschränkt; es giebt hier auch ohne irgend welchen Antheil des Männchens den ersten Impuls zur Bildung des Keimes. Bezüglich dieser Frage über die unbefruchteten Eier ist mir von intelligenten Landwirthten ein sehr interessanter Fall mitgetheilt worden, für den ich jedoch keinen Beweis, eben nur jene Angaben habe. Dieselben versichern, daß wenn eine Truthenne ihre Brut verliert, sie dann ein zweites Mal zu legen pflegt, selbst wenn kein Truthahn in der Nähe ist, und daß sie auch dieses Gelege vollkommen ausbrütet. Nichts würde für die Physiologie wichtiger sein, als ein sorgfältiger Bericht des praktischen Landwirthes über alle die Brütung betreffenden Thatfachen. Aber solche Beobachtungen müßten eben mit größter Sorgfalt und Genauigkeit angestellt werden, um jeden möglichen Irrthum im Voraus zu beseitigen. Weil eben nur wenig Leute an sorgfältiges und genaues Beobachten sich gewöhnt haben, kann ich auch noch nicht die eben erwähnte Mittheilung mit vollem Vertrauen aufnehmen, das ich in jeder anderen Angelegenheit diesem ehrenwerthen und zuverlässigen Herrn gern schenken würde. Seine Angaben haben jedoch bei mir das ernsteste Verlangen mehr über diese Thatfachen zu erfahren angeregt.

Die durch Knospen und Selbsttheilung sich vermehrenden Thiere.

Ich gehe jetzt zu der anderen im Thierreiche häufigen Vermehrungsweise, zu der durch Selbsttheilung über, welche die

Erscheinungen des Generationswechsels und der ungeschlechtlichen Fortpflanzung in sich schließt. Viele niedere Thiere erzeugen neue Wesen ohne Eier, die Knospensproßlinge sind ein Produkt des Mutterthieres in ganz eigenthümlichem Sinne. Ob wir das Mutterthier Männchen oder Weibchen nennen sollen, ist eine sehr schwierig zu entscheidende Frage, es ist eben geschlechtslos, generis neutrius. Wenn Sie mit diesem Gegenstande sich eingehend beschäftigen wollen, verweise ich Sie auf das Meisterwerk des Professor James D. Dana am Yale

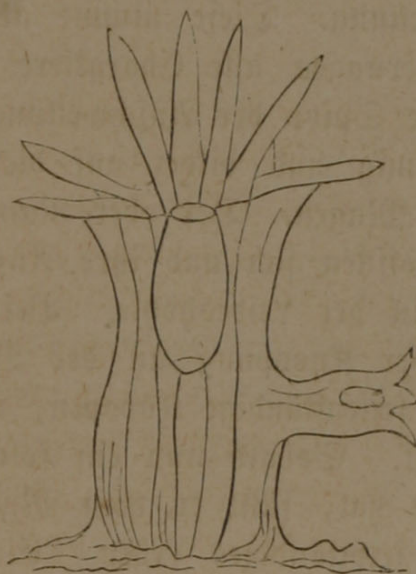


Fig. 20. Astrangia.

College, welcher denselben erschöpfender als irgend ein Anderer zuvor behandelt hat. Mir bleibt nur Zeit zu einer allgemeinen Skizze dieser seltsamen Fortpflanzungsweise, welche gerade unter den Strahlthieren verschiedentlich modificirt vorkommt. Gewisse Korallenthiere treiben Knospen am Grunde ihres Körpers, andere an dessen Seiten; einige stoßen zeitweilig einzelne Knospensproßlinge ab, andere treiben einen Auswuchs, eine Anschwellung, aus welcher eine Anzahl neuer Individuen gleichzeitig entstehen kann. Die einfachste Illustration, welche ich Ihnen vorlegen kann, ist die Seeanemone und die Astrangia. Wenn sich dieser Polyp entfaltet, gleicht der Umriss

seines Körpers ziemlich einem geöffnieten Blumenkelche, und diese Aehnlichkeit wird noch durch kreisförmig um den oberen Rand gestellte Tentakeln erhöht, welche uns an den lappigen, ausgezackten Rand einer Blume erinnern. Ein Querschnitt durch den Körper zeigt Ihnen den eigenthümlich strahligen Bau, in welchem alle Theile von der Mitte nach der Peripherie zu ausstrahlen. Hiervon haben alle zu diesem niedersten Typus des Thierreiches gehörenden Thiere den Namen Strahlthiere, Radiaten, erhalten. Die Anemone treibt gewöhnlich an der Basis Knospen, dieselbe dehnt sich etwas und treibt eine kleine Anschwellung. Diese nimmt allmählig nach einer Reihe von Veränderungen alle Charaktere des Mutterthieres an. Nun sinkt die Spitze der Anschwellung ein, vertieft sich nach innen sackförmig und bildet auf diese Weise die Verdauungshöhle, den Magen. Der obere Rand treibt hohle Tentakeln, auch diese öffnen sich und ihre Anzahl entspricht den Strahlenlamellen in der Leibeshöhle. Bei *Astrangia* haben wir dieselbe Art der Knospung an der Basis des Körpers, zugleich aber auch seitenständige Knospen, wie die umstehende Abbildung sie zeigt. Sobald nun ein solcher Sprößling die volle Reife erlangt hat, fällt er vom Mutterstamme ab und führt ein eigenes, selbständiges Leben. Ein anderes Beispiel bieten uns die *Astraeen*, so genannt wegen der strahlig geordneten Vertiefungen, die sich an der Oberfläche des großen Korallenbeckers öffnen. Aus einem zerplatzten Ei entstand eine einzige ursprüngliche Form dieser Koralle, und an ihr sprossen sechs Knospen ringsum in symmetrischer Anordnung hervor. Zuerst erscheinen sie nur wie kleine Beulen; aber im langsamen Wachsen verändern sie sich in einer Weise, wie ich es soeben bei der Anemone beschrieb, und nehmen jede Eigenthümlichkeit des Mutterthieres an; sie vergrößern sich, werden hohl durch Verdünnung der Wand, und die so gebildete Höhle tritt mit der Leibeshöhle des Mutterthieres in unmittelbare Verbindung. Sobald sie die volle Reife erlangt haben, vervielfältigen sie sich selbst wieder durch Knospen, und dieser Proceß geht weiter,

bis ein solcher Familienstock seine Sprößlinge oder Einzelthiere nach Millionen zählt. Bei diesen Polypen bleiben die Familienglieder des sich selbst erhaltenden Stockes vereint und führen ein gemeinschaftliches Leben. Dasselbe findet bei *Maeandrina* statt, wo die Zellenmündungen der verschiedenen Familien-

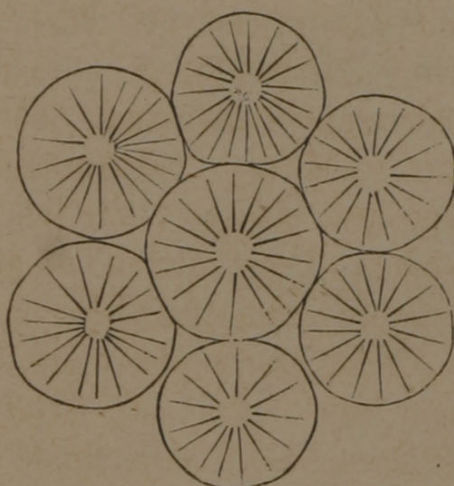


Fig. 21. *Astraea*.

glieder allmählig in einander fließen, so daß sie gewundene, sich schlängelnde, mäandrische Furchen bilden, welche dieser



Fig. 22. *Madrepora*.

Koralle den Namen Mäandrine, Hirnkoralle verschafft haben. Die *Asträen* und die *Mäandrinen* wachsen immer in symmetrisch abgerundeten Massen oder Köpfen, wie man sie gewöhnlich nennt.

Aber es giebt noch andere, nämlich Madreporen, welche baumartig verzweigt wachsen; das Kopfsthief bei den Madre-

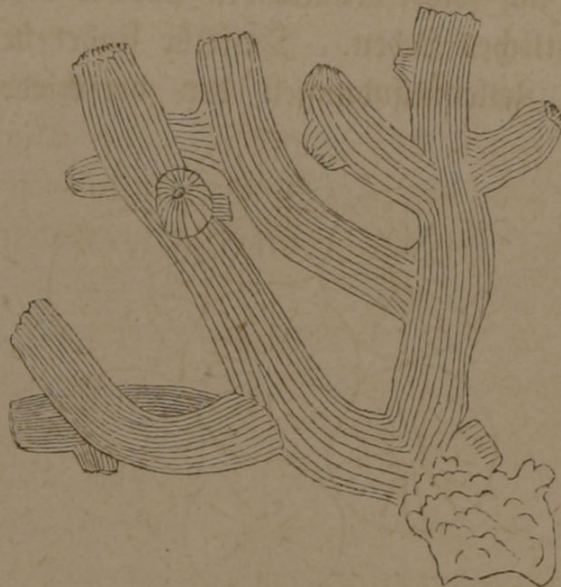


Fig. 23. Cladocora.

poren, nämlich das am Ende oder der Spitze des Zweiges sitzende, ist stets größer als die übrigen, dasselbe umgebenden.



Fig. 24. Porites.

Bei der Cladocora entspringen nur wenige Knospen aus dem Hauptstamme als besondere Zweige.

Die Poriten ähneln wieder den Alsträen, nur sind ihre Becher- oder Polypenzellen zwar auch sternförmig, doch viel kleiner und bilden auch niemals so große Massen. Sie knospen in gedrängten Haufen.

Die Zahl der Individuen ist in solchen Familienstöcken oder Colonien eine sehr verschiedene. In einigen Species der Korallen zählt man sie nach Hunderttausenden; bei anderen nur nach Duzenden. Bei den baumartig geästelten Korallenstöcken

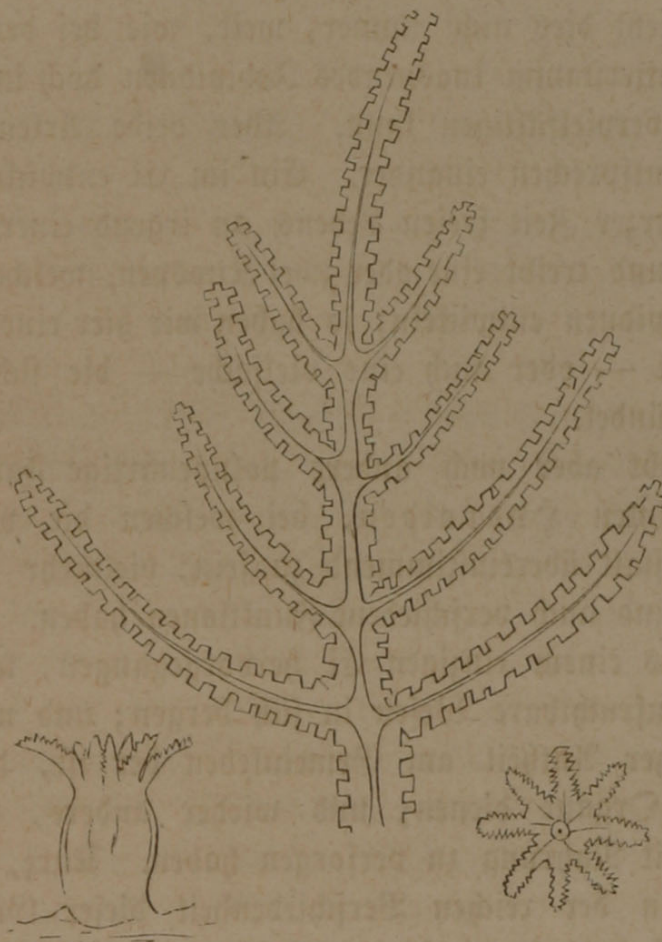


Fig. 25. Gorgonia.

entsteht die Anschwellung, aus welcher das neue Individuum hervorgeht, an der Außenseite des mütterlichen Körpers etwas oberhalb der Basis; und diese Stelle nehmen auch alle nachfolgenden Knospen wieder ein, sie haben sämmtlich die Neigung sich nach oben und nach außen auszubreiten, anstatt sich zu einer

soliden Masse wie bei den massigen Korallen auszudehnen. Hierher gehören auch alle die Fächerkorallen, welche in der Weise ihre Knospen treiben, daß breite, blattartige Flächen entstehen, auf denen man die Mündungen der zahllosen Polypenzellen sehen kann. Ein gutes Beispiel dieser Art liefert die *Gorgonia*.

Es ist eine merkwürdige und interessante Thatsache, daß trotz ihrer verschiedenen Fortpflanzungsweisen diese Stöcke je von Individuen ausgehen, welche in Eiern sich entwickelt haben. Zwar geschieht dies nicht immer, weil, wie bei der *Anemone*, ein am Mutterstamm knospendes Individuum doch in eben dieser Weise sich vervielfältigen kann. Aber beide Arten der Fortpflanzung entsprechen einander. Ein im Ei entwickelter Polyp setzt nach kurzer Zeit freien Lebens an irgend einer festen Unterlage an und treibt eine oder zwei Knospen, welche ihm völlig gleiche Individuen entwickeln; so haben wir hier eine Zwillingorganisation — oder auch eine vielfache — die sich auf beide Prozesse gründet.

Es giebt aber noch andere polypenartige Familienstöcke, die sogenannten *Hydroiden*, bei welchen die verschiedenen Glieder, anstatt übereinstimmend zu sein, vielmehr verschiedenartig sind und auch verschiedene Funktionen haben. Eine solche Familie, aus einem einzigen Ei hervorgegangen, kann fruchtbare und unfruchtbare Wesen in sich bergen; und noch andere, deren einziger Antheil am Gemeinleben der ist, daß sie als locomotive Organe dienen, und wieder andere, welche alle Uebrigen mit Nahrung zu versorgen haben. Kurz, wir finden kein Ende in der reichen Verschiedenheit dieser Gemeinwesen, und ich muß deshalb die fernere Besprechung derselben auf eine andere Vorlesung verschieben.

Neunte Vorlesung.

Die Radiaten oder Strahlthiere.

Räthsel des Wachstums. — Vermehrung durch Theilung. — Aehnlichkeit zwischen Pflanzen und Thieren. — Auffällige Illustrationen.

Heute lege ich Ihnen Exemplare von Korallen vor, um zu zeigen, wie erstaunlich fruchtbar der Knospungsproceß ist. Die Vermehrung der Individuen bei dieser Weise der Fortpflanzung erfolgt ungleich schneller als bei der durch Eier. Hier ist die *Gorgonia*, eine ästige Koralle mit horniger Achse; auf ihrer Oberfläche sind Tausende von so winzigen Individuen, daß Sie dieselben kaum, und nur durch sehr genaue Betrachtung von einander unterscheiden können. Und dennoch ist dieses reiche Familienleben aus einem einzigen Individuum hervorgegangen, welches selbst in einem Ei sich entwickelt und dann in infinitum durch Knospung sich vermehrt hat. Aber die Korallenthiere sind nicht alle so klein; auch nicht immer so zahlreich vereinigt. Hier ist eine *Fungia*, welche stets für sich allein fortwächst, niemals in Kolonien vereinigt lebt, und, wie Sie sehen, eine beträchtliche Größe erreicht. Die Fungien oder Pilzkorallen entstehen aus Eiern und entwickeln niemals Knospen oder Ausläufer.

Ferner ist hier eine Poritesart, die ich so gerne zur Erläuterung meines Gegenstandes zeige, weil ich selbst ihre Entwicklungsgeschichte erforscht habe. Ich habe das Ei legen sehen, habe die kleine Koralle beobachtet, wie sie als ein freies Wesen im Wasser herumschwamm, und wie sie sich später, als sie ihren Ansattpunkt wählte, an eine feste Unterlage anheftete. Von dieser Zeit an beginnt sie neue Individuen oder Knospen zu treiben und wächst dann allmählig zu einem solchen compacten Stocke, wie Sie hier vor sich sehen. Hier ist noch eine andere Art gesellig lebender Polypenthier, eine Madrepora, ursprünglich ebenfalls nur aus einem einzigen Ei hervorgegangen. Es ist eine auffallende, nicht zu übersehende Thatsache, daß die Zahl der Korallenthier, welche in solch organischer Verbindung mit einander bleiben, eine viel größere ist, als die jener Thiere, welche im Meere aus Eiern sich entwickeln. Ja, in der That, wenn die Letzteren in Anzahl und Schnelligkeit des Wachsthumes jenen gleich kämen, würde der Meeresgrund bald mit ihnen gepflastert sein; unzweifelhaft kommen, wie von den Polypeneiern, so auch von jenen zarten der vielen niederen Thiere, nur sehr wenige zur Entwicklung, sie werden eine Beute von Schaaren anderer Thiere und die ganz außerordentliche Vermehrung einiger niederen Thiere steht in einem strengen Verhältnisse zu den Gefahren, welchen ihre Nachkommenschaft ausgesetzt ist. Der in süßen Gewässern lebende Gordius oder Haarwurm, der seinen Namen der abergläubischen Ansicht, als sei er aus einem einzelnen Pferdehaar entstanden, verdankt, legt etwa 8 Millionen Eier, und dennoch sind diese Thiere sehr selten. Wenn alle ihre Eier zur Reife kämen, so würden unsere Bäche und Teiche davon ganz erfüllt sein. Die Entwicklungsgeschichte dieser Thiere ist sehr merkwürdig. Sie entwickeln sich nämlich im Wasser aus Eiern, verlassen jedoch nach einiger Zeit das Wasser, gehen an feuchten Tagen ins Gras, kriechen an den Beinen erstarrter Grashüpfer entlang, bohren sich in deren Leib ein und unterliegen nun als Schmarotzerwürmer manichfachen Umwandlungen. Aus diesem

lebendigen Gefängnisse entchlüpfen sie wieder, gehen ins Wasser zurück, um ihr wechselreiches Dasein als jene langen fadenartigen Würmer zu beschließen, welche irrthümlich für lebendiges, sich bewegendes Haar gehalten werden.

Die sich durch Theilung vermehrende Thierklasse.

Dies ist eine Abschweifung von unseren Korallen. Ich möchte Ihnen noch zeigen, daß sich die Vertreter dieser Klasse

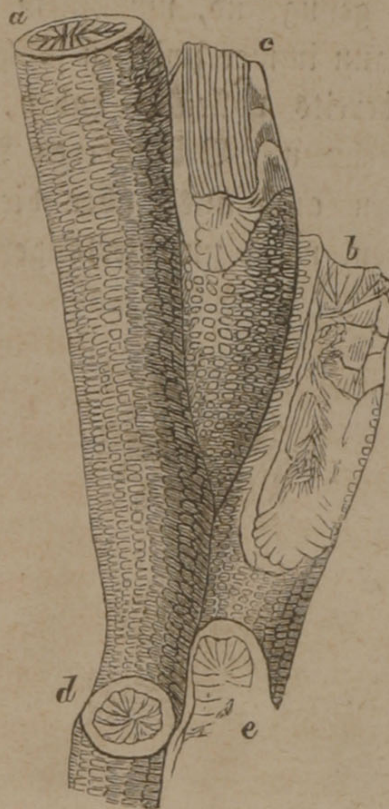


Fig. 26. *Astraea cavernosa*.

a ein ausgewachsener Polyp. b, c, d ähnliche, verschiedenartig durchgeschnitten. e ein junger, der sich zwischen a und b durchbricht.

sowohl durch Selbsttheilung, wie auch durch Eier und durch Knospen vermehren; und daß bei ihnen der Theilungsproceß nicht nothwendig zur Trennung und zum Ablösen der Indivi-

duen vom Mutterstocke zu führen braucht, sondern gleichfalls zur Vergrößerung des Familienstockes beitragen kann. Jedes Individuum in einem solchen Familienstocke wird anfänglich durch einen runden symmetrischen Körper vertreten, mit inneren Strahlenlamellen, wie sie den Korallenthieren allgemein eigenthümlich sind. Da nun jedes dieser Individuen wächst, so erreicht es auch ein Maximum seiner Größe, welches es niemals überschreitet, wie die meisten Arten der Gattung *Astraea*.

In vorliegendem Exemplare trennen sich die einzelnen Individuen mehr oder weniger in ihrem oberen Theile, bis die Zwischenräume weit genug sind, um einem neuen Polyp Raum zu bieten, der sich dann immer zwischen solchen entwickelt, welche ihre Quertheilung bereits vollendet haben, wiewohl sie noch immer an Höhe zunehmen. Bei anderen Arten breiten sich die Thiere beim Wachsen auch aus, aber die Oeffnung, anstatt kreisförmig zu bleiben, neigt zur Verlängerung, und wird auch wirklich länglich.

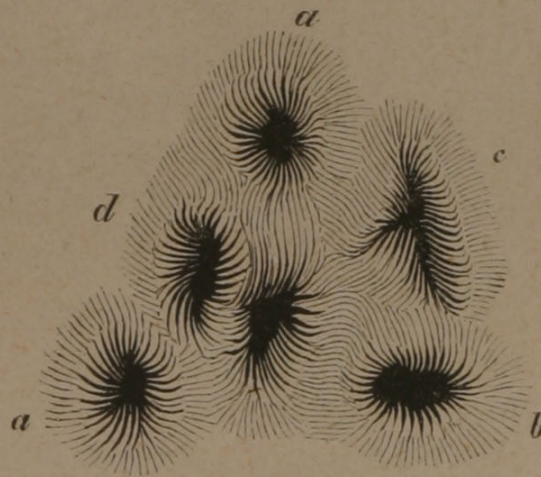


Fig. 27. *Favia*.

a a einfache, kreisförmige Polypenzelle. b zeigt Neigung zur Verlängerung. c ist noch weiter vorgerückt. d mit beinahe vollständiger Theilung.

Diese längliche Oeffnung zieht sich dann in der Mitte mehr und mehr ein, bis beide Seiten an jener Stelle zusam-

menstoßen; da wo wir früher eine Zellenmündung hatten, sehen wir nun zwei, jede mit einer unabhängigen Reihe von Tentakeln, gleichsam zwei Köpfe auf einen Körper! Bei gewissen Arten können sich diese beiden Zellen bei fortschreitendem Höhenwachsthum wiederum durch Einschnürung theilen, und auf diese Weise bilden sich also von den beiden ursprünglichen Zellen aus viele, und so geht es fort, bis wir zahlreiche Köpfe auf einem ursprünglichen Stamme haben.

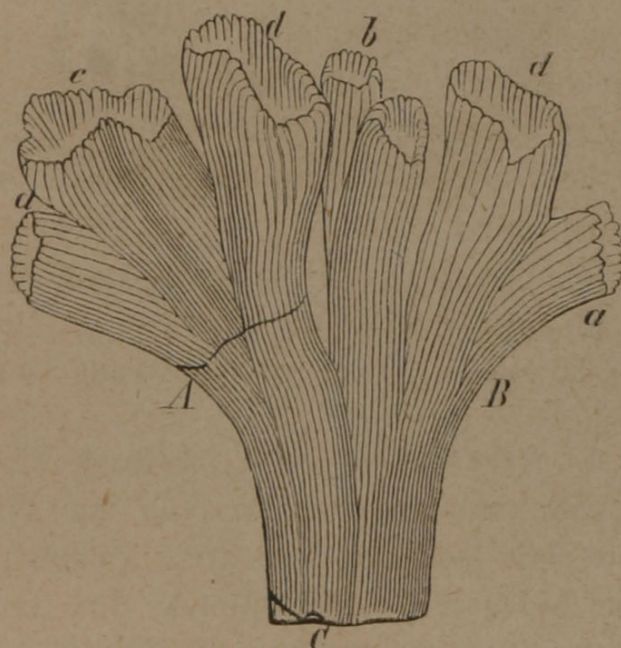


Fig. 28. Mussa Hartil.

C die Basis des Stammes, als nur erst ein Polypenindividuum vorhanden war. A und B Zustand des ursprünglichen Stammes, als er sich in zwei Individuen getheilt hatte. a a, b, c, d d, mehre Polypen durch weitere Theilung entwickelt. d d sind Individuen, welche beginnende Theilung zeigen. c Weiter vorgeschrittene Theilung. b vollständige Theilung.

Eine solche Gruppe kann frei und mit der Zeit die Grundlage eines eigenen Familienstocks werden. Es giebt noch verschiedene andere Arten der Selbsttheilung bei den Korallen, außer der so eben beschriebenen. Bei einigen entstehen neue

Individuen durch Verdickung der Wand des ursprünglichen Individuums.

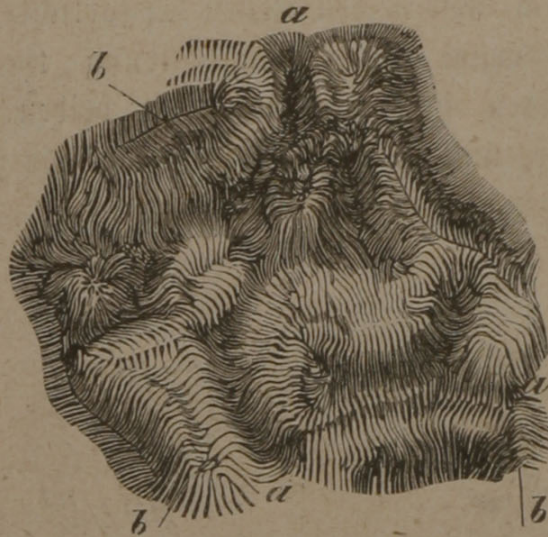


Fig. 29. *Maeandrina* (*Diploria*) *cerebriformis*.

In diesem Typus behalten die Furchen a, a, a dieselbe Weite, während die Wände zwischen b, b, b sich fortwährend erweitern.

In anderen Fällen bleibt die Leibeswand dünn, aber die Höhlung des Stammthieres erweitert sich und die neuen Individuen bilden sich durch die erweiterte Höhlung. Im vorliegenden Falle haben wir eine *Diploria*, eine Art Hirnkoralle. Die Furchen der Oberfläche, welche die verschmolzenen Zellen der verschiedenen Polypenindividuen zeigen, und die wirklich nur die äußeren Mündungen dieser Zellen sind, erhalten sich bei diesem Genus, sogar wenn die sie trennenden Scheidewände von sehr ungleicher Stärke sind. An jeder Stelle nun, wo die Scheidewand sich vergrößert, öffnet sie sich auch; eine Einsenkung im dicken Theile der Wand bildet einen neuen Magen; neue Tentakeln wachsen um den Mund hervor; kurz, ein vollständig neuer Organismus erscheint; genau wie bei der in der ersten Zeichnung dargestellten *Astraea*.

In unserem anderen Beispiele haben wir die gemeine *Maeandrina*, bei welcher die Höhlung eines einzigen Thieres sich so sehr erweitert, daß da wo früher nur ein Magen war,

nun Raum für zwei entsteht. Die inneren Theile scheiden sich und entwickeln einen zweiten Organismus, welcher nun dicht neben dem ersten sich öffnet, während die Scheidewände dieselbe Dicke behalten.

Hier also bleiben Thiere mit den unteren Theilen ihres Körpers vereinigt, haben aber geschiedene Tentakelkronen je mit eigener Mundöffnung, auch mit getrennten eigenen Leibeshöhlen oder Mägen, in welchen jedoch die durch die Verdauung eines Individuums bereitete Nährflüssigkeit den ganzen gemeinsamen



Fig. 30. Maeandrina strigosa.

Bei diesem Typus behalten die, die Furchen trennenden Wände a, a, a dieselbe Stärke; während sich die Furchen b, b, b erweitern.

Stoß nährt. Und dieses geht weiter — bis Hunderttausende, ja Millionen Individuen die Wirkung der Lebensfunctionen und der Verdauung nur einer gewissen, sehr beschränkten Zahl des Familienstockes theilen. Lassen Sie uns hierbei nicht vergessen, daß Monstrositäten bei den höheren Thieren, selbst bei Menschen, uns Ausnahmefälle geben, nicht unähnlich dieser doch immer noch normalen Entwicklung bei den Radiaten. Es wird ja wohl gelegentlich auch einmal ein Mensch mit zwei Köpfen geboren, oder zwei vollkommene menschliche Körper in unlösbarer Verbindung, wie es die allbekannten Siamesischen

Zwillinge waren. In solchem Falle ist es jedoch wahrscheinlich, wenn schon nicht absolut erwiesen, daß die Mißgeburt auf Surstaposition oder dem Zusammenwachsen der beiden Eier beruht, und nicht auf der Entwicklung der beiden Individuen in nur einem einzigen Ei.

Eine Frage über die Individualität.

Das Räthsel der Individualität, verbunden mit der That-
sache einer zusammengesetzten Existenz in mehr oder weniger
individuenreichen Familienstöcken oder Colonien ist in der That
schwierig lösbar. Wir verbinden mit der Idee der Individualität
diejenige einer vollständigen Unabhängigkeit in allen Functionen
des Lebens, und doch haben wir hier Millionen von Individuen
zum gemeinsamen Leben innig vereinigt, und zugleich deutlich
von einander geschieden! Das aber steht fest: mag ein solches
Korallenthier in einem Ei sich entwickelt haben oder als Knospe
entstanden oder aber durch Theilung erzeugt sein; mag das so
gebildete Individuum vom Stamme abfallen, um eine neue Colonie
zu begründen, oder mag es mit dem Mutterthiere verbunden
bleiben: das Ergebnis jeder dieser Proceffe ist in Bezug auf
seine Organisation und seine Gestalt ganz dasselbe wie das im Ei
erzeugte. So verschieden die Art und Weise der Vermehrung auch
ist, ihr Erfolg ist stets nur ein und derselbe. Und hier haben wir
nach meiner Auffassung wieder einen Beweis, daß, welcher Mittel
auch immer die Natur sich bedienen mag, ihre Typen zu vermehren,
sie doch mehr dazu neigt, den Typus festzuhalten als ihn in
verschiedenartige aufzulösen. Der weise Plan der Natur jegliche
Art der organischen Wesen fortzupflanzen und zu vermehren, führt
immer zur Erhaltung der typischen Charakter-Eigenthümlichkeiten.
Dieses strenge Gesetz beherrscht noch auffälliger jene Thiere,
welche durch den höchst eigenthümlichen Generationswechsel
sich fortpflanzen. Derselbe besteht darin, daß die Jungen einer

Art in Gestalt und Organisation weit von ihren Aeltern abweichen, neue Brut erzeugen und erst diese, in einigen Fällen erst deren Junge, also überhaupt erst nach ein oder zwei Generationen wieder den Individuen völlig gleichen, von welchen sie selbst erzeugt sind. Dieser Kreislauf oder Wechsel der Generationen ist aber so unabänderlich, wie bei jeder unmittelbaren Uebertragung der specifischen Eigenthümlichkeiten des Erzeugers auf seine Nachkommen. Hier sehen wir wiederum wie die Natur ihre Typen mit noch größerer Strenge zum Ausgangspunkt zurückführt. Es giebt nach unserer gegenwärtigen Kenntniß von der Entstehung und Entwicklung der Thiere in der That Nichts zur Rechtfertigung der Annahme, daß die Thiere stufenweise von ihrem ursprünglichen Typus abgewichen wären und zu neuen, verschiedenartigen sich umgestaltet hätten. Ob sich irgend ein Beweis derartiger Veränderungen in den vergangenen geologischen Perioden findet, werden wir, hoffe ich, bei einer späteren Veranlassung sehen, wenn wir die Frage vom paläontologischen Gesichtspunkte beleuchten. So weit wir die in der gegenwärtigen Schöpfung herrschenden Gesetze der Entwicklung und Fortpflanzung kennen, führen dieselben durchaus nur zur Aufrechterhaltung und Fortführung derselben Typen, welcher Art auch die Mittel der Fortpflanzung sein mögen.

Aber lassen Sie uns zu der Frage über die Individualität zurück kehren. Ein verdienter Zoologe unserer Zeit, Huxley, definirt Individualität — ich führe seine eigenen Worte an — mit: „Gesamtergebniß der Entwicklung eines einzigen Eies.“ Nun ein ganzes Korallenvolk, das aus Millionen von Individuen besteht, ist das Erzeugniß eines einzigen Eies, welches wie alle Eier den Furchungsproceß durchmacht; oder auch das Erzeugniß einer vom Mutterstocke abgelösten Knospe, oder Folge einer mit völliger Ablösung eines Theilsproßlings endenden Theilung. Alle Korallenthiere legen Eier, welche Junge eigenthümlicher Art, sogenannte Planulae, erzeugen. Die kleine Planula ist ein durchsichtiger, gestreckter Thierkörper, bekleidet mit zarten Franzen, die wir als schwin-

gende Wimpern erkennen, und mit welchen sie sich frei im Wasser bewegt. Solche Junge werden nun nicht bloß von allen Korallenthieren erzeugt, sondern von allen Strahlthieren überhaupt, von den Seeigeln, den Hydroiden, Quallen, Seesternen und Holothurien. Sie sind eben dem Typus der Radiaten eigenartig. Nachdem nun ein solcher Keim eine Zeit lang ein freies, thätiges Leben geführt hat, setzt er sich — wenn er nicht etwa vorzieht lebenslang frei und unabhängig zu bleiben — mit einem Theile seines Körpers auf einem beliebigen Gegenstande fest und wird dann zur Anlage eines soliden Organismus. Nun sinkt, wie ich in der letzten Vorlesung zeigte, der obere Theil ein und diese Einsenkung nimmt zu, bis sie zur verdauenden Höhle im Innern des Körpers sich ausgebildet hat. Auf dem Rande dieses oberen Theiles wachsen hohle Tentakeln hervor, die mit entsprechenden Kammern im Innern des Körpers in Verbindung stehen. Damit ist der Organismus vollendet und sofort fängt das kleine Geschöpf an Knospen zu treiben, wenn es sich nicht etwa durch Selbsttheilung vermehren sollte. Die Familie oder Colonie ist begründet. Wenn überhaupt eine Analogie zwischen dem Erzeugniß eines Eies in einem Typus des Thierreiches mit dem Erzeugniß eines Eies in einem anderen besteht, so ist doch wohl ein solches Wesen ebenso bestimmt ein Individuum, als der soeben aus dem Ei geschlüpfte junge Fisch. Nach der oben gegebenen Erklärung müßten wir doch die ganze, aus zahllosen Einzelwesen bestehende Colonie, die sich erst aus einem solchen Keime („dem Totalergebniß der Entwicklung eines einzigen Eies“) entwickeln soll, schon kennen, bevor wir berechtigt wären die neugeborene Koralle als ein Individuum zu betrachten. Das erste, einzelne Korallenthier, aus welchem ein Stock sich entwickeln kann, scheint mir doch eben so klar ein bestimmtes, in sich abgegränztes lebendes Wesen zu sein und gleich berechtigt als Individuum betrachtet zu werden, wie jedes andere, aus dem Ei entstandene Geschöpf.

Niemand wird Bedenken tragen, das so eben aus dem Ei

geschlüpfte und sich nun frei im Wasser bewegende Junge als ein Individuum anzuerkennen, selbst wenn dessen zukünftiges Geschick auch noch nicht beobachtet worden wäre. Es bleibt dasselbe Individuum, auch nachdem es größer geworden, sich festgesetzt und die Entwicklung aller seiner Theile vollendet hat. Aber es wird ein Zwilling, sobald die erste seitensständige Knospe hervorsproßt; und es wird ein aus vereinten Individuen bestehender Familienstock, nachdem hunderte oder tausende solcher Knospen sich gebildet haben. Das Ganze nun aber als ein Individuum ansehen zu wollen, würde auf die Zulassung hinauskommen, daß die Individualität nichts mit der Vermehrung der Centren der organischen Thätigkeit zu thun hat. Dem aus einem Korallenei hervorgegangenen Jungen die Individualität absprechen würde mir nicht annehmbarer erscheinen als einem menschlichen Wesen Individualität absprechen zu wollen, bevor wir die Generationen des Menschen nicht kennen, welche von denselben ausgehen werden. — Viel passender als mit einem einzelnen Individuum kann das im Korallenstock vereinigte Leben mit einer Gesellschaft höherer Wesen verglichen werden, in welcher die Verbindung zum gemeinsamen Ziel und Zweck die Stelle des physischen Zusammenhanges einnimmt.

Eine Aehnlichkeit zwischen Pflanzen und Thieren.

Bei den eben vorgeführten Korallen, welche durch Verschmelzung oder richtiger durch Vergrößerung eines einzigen ursprünglichen Individuums entstanden sind, finden wir jeden Grad der Individualität — von der einzelnen, in ihrem eigenen ganz bestimmten Leben vollkommenen Koralle bis zur Zwillingsexistenz, als der Folge der Knospung eines zweiten Korallenthieres aus dem ersten, oder bis zu solchen Fällen, von welchen wir nicht mit Gewißheit behaupten können, ob wir hier eine Knospe oder das Produkt eines Eies vor uns haben, das sich auf eine schon völlig ausgewachsene Koralle ansetzte, und sich nun dort mit hunderttausend kleinen, winzigen Ge-

schöpfen zu dem reichbevölkerten Familienstocke entwickelte, um mit ihr dann ein verbundenes Leben zu führen. Ich meine, indem ich die ursprüngliche, einzelne Koralle als den Ausgangspunkt nehme, wir würden naturgemäß eher dazu geführt, jeden solchen Mittelpunkt der Organisation als ein Einzelwesen anzusehen, als daß wir dem Totalerzeugniß Individualität beilegen.

Die Botaniker haben sich nie in solcher Weise geirrt. Sie haben nie den Baum einfach als ein Individuum angesehen, sondern als ein Aggregat von Einzelwesen, die auf derselben Grundlage gewachsen und an den Mutterstamm gefesselt auch bei ihm verbleiben. Bei manchen Bäumen haben wir Knospen, aus welchen nur Blätter sich entwickeln, andere erzeugen Blüthen. Auf anderen Bäumen entstehen die staubfädentragenden Blüthen und die Stempel aus verschiedenen Knospen, und diese nehmen verschiedene Stellung auf dem Stengel ein; und bei wiederum anderen erscheinen beide in traubenförmigen Blüthen oder Blüthenbüscheln. Dieses Verhältniß führt uns natürlich auf eine Klasse im Thierreich, in welcher die gleiche Einrichtung besteht. Ein Ei giebt einem Individuum Ursprung, aus welchem die verschiedenartigsten Formen entstehen können, die im Bau und in den Functionen sich unterscheiden. So ist es nämlich bei den Acalephen, zu denen alle unsere gemeinen Quallen, und eine ganze Schaar kleiner den Polypen sehr ähnlicher Thiere gehören, die als Hydroiden bekannt sind und lange Zeit hindurch, selbst von Naturforschern, mit jenen verwechselt wurden. Ja einige Naturforscher betrachten noch jetzt die Hydroiden und Polypen als so nahe verwandt, daß sie beide in eine Klasse vereinigen, während Andere sie mit den freilebenden Quallen in eine eigene Klasse stellen. Gestatten Sie mir einen Augenblick bei der Verschiedenheit der Dignität oder des organischen Werthes zu verweilen; die strenge Classification legt auf das Leben selbst ein großes Gewicht zur Abschätzung der natürlichen Verwandtschaft der Thiere; ja das Leben ist thatsächlich, so weit es überhaupt nur den geringsten

Werth hat, der wahre Ausdruck jener Verwandtschaft selbst. Es gab eine Zeit, in der man die Klassifikation als eine geschickte Handhabe des Forschers ansah, um durch bequeme Ordnung die Gegenstände seines Studiums in eine schnelle Uebersichtlichkeit zu bringen. So ist es heute nicht mehr. Gegenwärtig stellt sich der Naturforscher die Aufgabe, nicht bloß einfach methodische Listen von Thieren und Pflanzen zu entwerfen, sondern diese nach ihrer Organisation, ihren innern verwandtschaftlichen Beziehungen, in natürlich begründete Gruppen zu ordnen. Der höchste kritische Scharfsinn wird von diesem Gesichtspunkte aus auf das Studium der Natur verwendet; und trotz unserer fortgeschrittenen Kenntnisse weichen die Naturforscher in der Abgränzung dieser Gruppen dennoch weit von einander ab. Sie erinnern sich wohl noch, daß ich bei Ankündigung dieser Vorlesungen als Titel für dieselben: „Die natürlichen Grundlagen zoologischer Verwandtschaft“ wählte. Meine eigenen Ansichten über diesen Gegenstand werden von der Mehrzahl meiner Mitarbeiter nicht getheilt. Ich behaupte, daß die zoologische Verwandtschaft auf der Identität des Organisationsplanes in der ideellen Anlage und in der materiellen Ausführung begründet ist, gleichviel, von wo derselbe ausgegangen. Ich habe Ihnen gezeigt, daß zwei Korallen, die eine aus dem Ei hervorgegangen, die andere durch Knospung entstanden, wesentlich ganz dasselbe sein können; und dies genügt und überzeugt mich, daß auch andere Thiere, welche ihr Dasein verschiedenen Processen verdanken, dennoch in jeder Besonderheit ihrer Organisation innig mit einander verwandt sein können.

Beweis gegen die Descendenz der Typen.

Die meisten Zoologen behaupten im Gegentheil, daß es keine andere Verwandtschaft giebt, als die der Abkunft von einem gemeinsamen Urstamme. Diese Abstammung, diese

Descendenz aber können wir nicht in der Natur verfolgen, nicht durch Beobachtung ermitteln. Im Reiche der Thiere werden ja keine kirchlichen oder civilen Geburtsregister geführt, keine Stammbäume gehalten, welche uns sagen könnten, ob die Individuen, die wir jetzt kennen, von diesem oder jenem Ahnherrn abstammen. Wir können die Thiere nur anatomisch und physiologisch miteinander vergleichen, können der Art und Weise ihrer individuellen Entwicklung folgen, ihre Lebensweise beobachten, ihre geographische Verbreitung ermitteln, ihre allmähliche Aufeinanderfolge in den verschiedenen geologischen Perioden mit einem großen Aufwande von Beobachtungen und Vergleichen erforschen; und indem wir die Resultate all dieser Untersuchungen und Beobachtungen zusammenfassen, dann die Thiere nach ihrer Aehnlichkeit, dem Grade der Verwandtschaft gruppieren. Aber weiter gehen und behaupten, daß weil die Thiere einander ähnlich sind, sie auch Eines von dem Anderen abstammen, heißt Etwas behaupten, von dem wir durchaus keine Kenntniß haben. Aehnlichkeit beweist keine Abstammung im Erbrecht!

Es giebt zwischen Thieren, welche gegenwärtig durch den halben Erdball von einander getrennt leben, Aehnlichkeiten desselben Grades, wie unter denen, deren gemeinsame Abstammung erwiesen ist. Es giebt auch Aehnlichkeiten zwischen den embryonischen Phasen der jetzt lebenden Wirbelthiere und den reifen Formen uralter, in den Schichten früher geologischer Epochen abgelagerter. Daß diese Aehnlichkeiten eine Identität des Organisationsplanes beweisen, kann Niemand läugnen; aber nur wenn wir den Begriff von Zeit und Raum ganz aufheben, können wir deren Abstammung von einander als möglich gelten lassen. Ich möchte klar und ganz bestimmt, in einer Weise die nicht mißverstanden werden kann, feststellen, daß die Naturforscher, auf der gegenwärtigen Stufe ihrer Wissenschaft keinen einzigen directen Beweis für die ursprüngliche Herkunft irgend welcher specifisch verschiedener Thiere beibringen können. Sie haben keine

einzigste Thatsache, keine einzige unmittelbare Beobachtung, worauf sie eine solche Theorie begründen können, ausgenommen den Grad der Aehnlichkeit der Organisation und der Funktionen der Thiere. Alle vorliegenden Klassifikationen von der des Aristoteles an bis auf die neuesten Versuche unserer Tage stützen sich lediglich und allein auf die Kenntniß des Körperbaues, nicht auf irgend welche Kenntniß der Abstammung.

Was giebt es denn Gemeinsames unter allen Korallen, See-Anemonen (Polypen) und dergleichen, und den Quallen

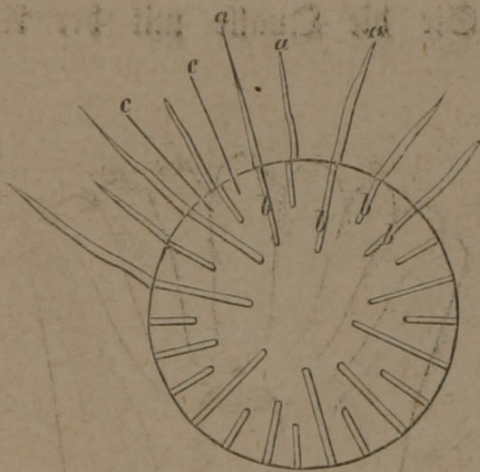


Fig. 31. Horizontaldurchschnitt einer Koralle.

a, a, a Tentakeln. b, b, b strahlig geordnete innere Scheidewände.
c c sternförmige Kammern.

(Aculephen), allen Seesternen, Seeigeln und Holothurien (Echinodermen), das uns veranlassen könnte, sie in eine Klasse der Strahlthiere oder Radiaten zu vereinigen. Erstens, zeigt ihr ganzer Körperbau ein und denselben Organisationsplan. All ihre Theile strahlen von einer centralen Achse zur Peripherie aus; oder mit anderen Worten, sie laufen von ihrem Umkreise in der centralen Achse zusammen. Es giebt in der That in allen diesen Thieren eine Achse, welche von einem Pole dieser lebendigen Kugel nach dem anderen zu sich erstreckt, um die herum alle Theile in übereinstimmender Gruppierung geordnet sind.

Mag nun der Körper aus einer durch Scheidewände gefam-
 mer-ten inneren Höhle bestehen, wie bei den Korallen und See-
 Anemonen, oder aus einer festen von Röhren durchzogenen
 Masse, wie bei den Quallen, oder aus Armen oder Zonen, in
 welchen die Organe eingeschlossen sind, wie bei den Seesternen,
 Seeigeln, Holothurien — kurz, mag auch der Unterschied im
 Einzelnen oder in der äußeren Erscheinung noch so groß sein,
 so können doch bei Allen die Theile leicht verglichen und auf
 das oben beschriebene Schema zurückgeführt werden — es ist ein
 Bau, zu welchem die Strahlung um eine vertikale Achse die
 Grundidee ist.

Vergleichen Sie die Qualle mit der Actinie oder See-
 Anemone.

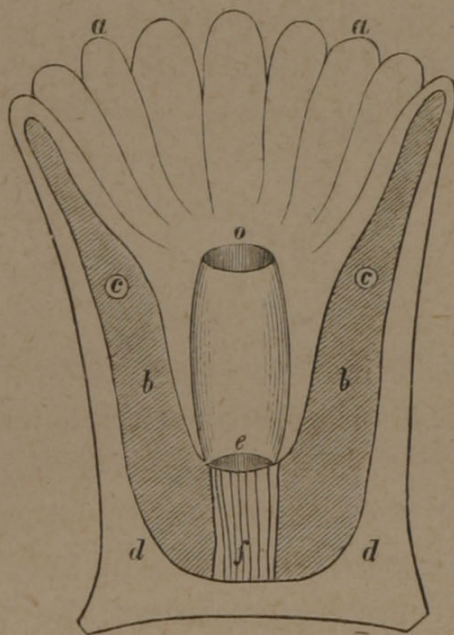


Fig. 32. Actinia mit eingezogenen Tentakeln.

a a Tentakeln. b b ausstrahlende Scheidewände. c c Hohlräume
 in den Scheidewänden entsprechend den Ringröhren der Ncalephen.
 d d Leibeswandung. e Oeffnung der verdauenden Höhle in der allge-
 meinen Leibeshöhle. f strahlig geordnete Kammern. o der Mund.

Der Körper der See-Anemone hat eine innere Höhle in
 der Mitte; der übrige Hohlraum ist durch strahliggeordnete

Scheidewände getheilt, welche mit hohlen Tentakeln am Rande im Zusammenhang stehen.

Der Körper der Qualle hat eine Höhle, von welcher durch die gallerartige, zähe Masse hindurch bis an den äußeren Rand Kanäle ausstrahlen; rund um diesen Rand läuft ein Ringkanal, mit welchem die anderen in Verbindung stehen, und von dem die Tentakeln oder Fühlfäden herabhängen.

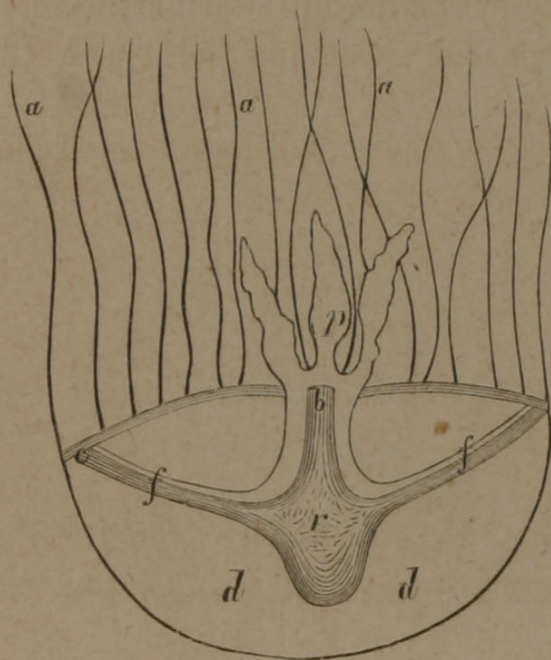


Fig. 33. Medusa, das Obere nach unten gekehrt.

a, a, a Tentakeln. b der Mund. c der peripherische Ringkanal. d d Körperwandung. f f ausstrahlende sogenannte Gastrovascularkanäle. p die Mundarme. r die allgemeine Leibeshöhle.

Die gleiche Anordnung der Theile zeigt Fig. 34. Die Leibeshöhle ist nur eine engere Abtheilung, durch die verdickte Wandung begränzt; oder wenn Sie wollen, die Theilung ist nur eine weitere mehr geöffnete Röhre, vergrößert durch Verdünnung der Wandung. Beide stehen mit den äußeren Tentakeln in Verbindung; und wenn Sie die natürliche Lage jedes Thieres umkehren, die See-Anemone mit dem Munde nach unten, die Qualle nach oben gerichtet, so daß die Tentakeln in dieselbe

Stellung kommen, so haben Sie sogar eine auffallende äußerliche Ähnlichkeit.

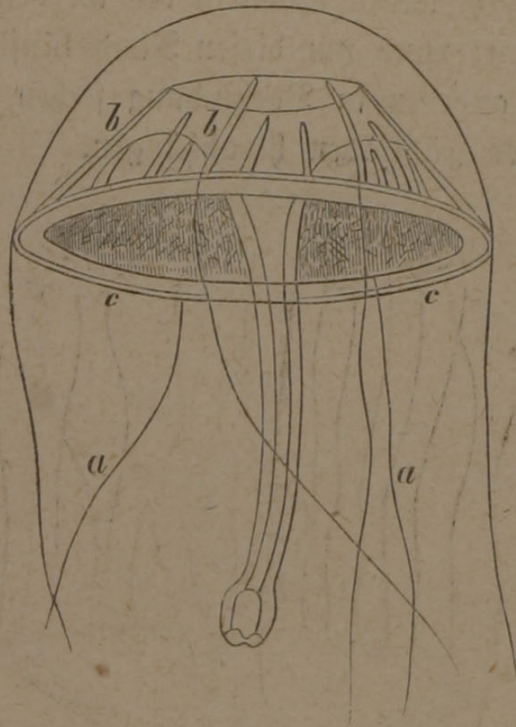


Fig. 34. Seitenansicht einer Medusa.

a a Tentakeln. b b radiale Gastrovascularkanäle. c c Ringkanal.

Allerdings hängt die verdauende Leibeshöhle bei den Qualen abwärts, bei den Actinien aber steht sie aufwärts; aber kehren Sie die See-Anemone um, in welche Stellung sie selbst sich bisweilen bringt, wenn sie Nahrung einnimmt, und Sie werden dann finden, daß die Beziehung der Theile zum ganzen Körper bei beiden dieselbe ist. Theilen Sie beide durch einen Querschnitt und Sie werden sogleich dieselbe strahlige Anordnung der Theile erkennen. Leuckart vereinigt diese beiden Thierklassen in eine Hauptgruppe des Thierreiches unter dem Namen der Coelenterata. Es ist hier wirklich ein und derselbe Organisationsplan in verschiedener Weise, in zwei bestimmten Thiergruppen ausgeführt. In neuerer Zeit sind die jungen Echinodermen, also: die Seesterne,

Seeigel und die Holothurien in derselben Weise von den Polypen und Alcyoniden getrennt worden, mit denen Cuvier sie zusammenstellte, und sie werden gleichfalls als Hauptabtheilung des Thierreiches angesehen. Ich behaupte jedoch, daß Cuvier's Auffassung die richtige ist, und die verwandtschaftliche Ähnlichkeit in der Organisation derselben die Vereinigung in eine Gruppe naturgemäßer erscheinen läßt. Zwar ist die Organisation der Echinodermen complicirter; aber ihr Plan, ihre Anlage ist ganz dieselbe, und ihre Theile können als homologe, d. h. im

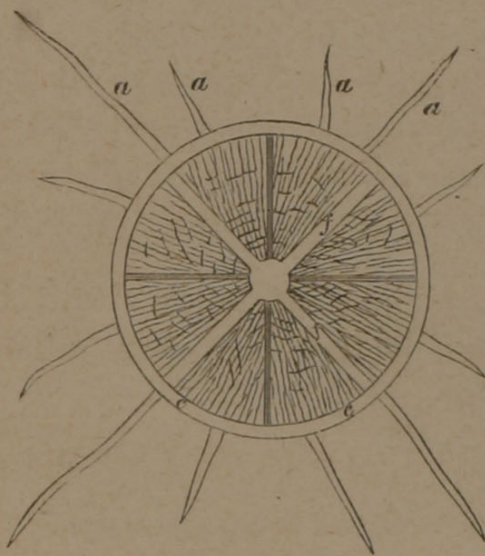


Fig. 35. Die allgemeine Leibeshöhle.

a, a, a, a strahlig geordnete Abtheilungen, welche den ganzen Raum zwischen zwei Radialkanälen einnehmen; der dunkle Streifen bezeichnet ihre Dicke bei den Korallen. c c Ringkanal. f f Radialkanäle.

Einzelnen verglichen, mit denen der Quallen und des Seeigels betrachtet werden, wie die beiden letzten unter einander. Nehmen Sie die fünf Arme der einfachen Seesterne, oder die fünf Felder (Zonen) eines Seeigels; sie strahlen von der Centralhöhle aus, gerade wie die Kammern eines Polypen oder die Radialkanäle der Qualle es thun.

Sie verbinden sich mit einem Ringkanal um den Mund herum, wie die radialen Kanäle einer Qualle; und diese Arme und Felder sind mit Saugfüßchen (Ambulakren) und

verschiedenen Anhängseln zur Ortsbewegung und zum Ergreifen der Nahrung versehen. Dies sind blos äußerliche Anordnungen, welche die wesentlichen Elemente des Organi-

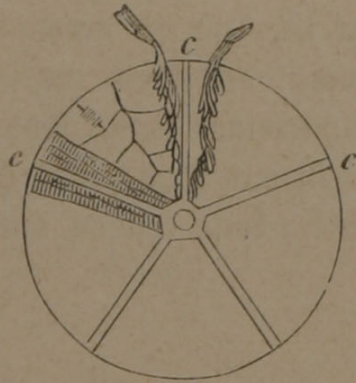


Fig. 36. Horizontaler Durchschnitt eines Seeigels.

c, c, c ambulakrale Kanäle, welche den Radialkanälen der Acalephen und den strahlig geordneten Kammern der Polypen entsprechen.

sationsplanes völlig unberührt lassen. Unter den Echinodermen hat Synapta eben so einfache Ambulakralkanäle, wie Idyia unter den Acalephen.

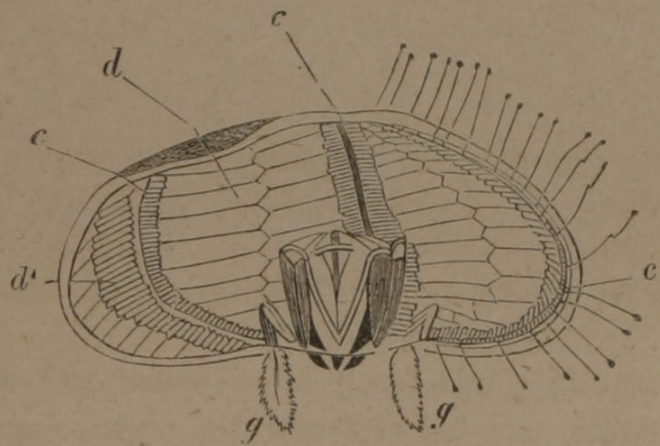


Fig. 37. Verticaler Durchschnitt eines Seeigels.

c, c, c Radial- oder Ambulakralgefäßstämme mit den Saugfüßchen (Ambulakren) bei c'. d d Körperwand, welche abwechselnd aus großen und kleinen Kalktäfelchen d und d' besteht. g g Kiemen.

Wenn die Zeit es erlaubte, könnte ich Ihnen zeigen, daß wir unter einem complicirteren Aeußeren, bei den Echinodermen dasselbe System der Organe haben, und auch dieselbe Anord-

nung der Theile wie bei den Alcalephen und Polypen. Behufs näherer Aufklärung möchte ich Sie auf meine „Beiträge zur Naturgeschichte der Vereinigten Staaten“ verweisen. Der Unterschied besteht in dem Verhältniß der Theile und in der Verschiedenheit der äußeren Charaktere; die Anlage der Organisation, die ihren Körperbau zu Grunde liegende Idee ist bei allen dieselbe. Ich habe nicht die Absicht mich hier auf anatomische Einzelheiten einzulassen, die viel besser im Laboratorium gewürdigt werden können, als hier im Hörsaal; aber wenn Sie den Gegenstand weiter verfolgen wollen, werden Sie auch finden, daß, mögen Sie nun das System des Kreislaufes, des Athmens oder der Fortpflanzung prüfen, die Beziehung all dieser Theile zu einander bei Allen wesentlich dieselbe ist. Aus diesem Grunde betrachte ich diese drei Klassen des Thierreiches als nur eine Hauptabtheilung mit ein und demselben allgemeinen Organisationsplane, von einander nur durch die Art und Weise unterschieden, wie jener Bauplan ausgeführt ist; kurz gesagt: der Unterschied liegt nur in der Art der Ausführung.

Die Beziehung dieser Thatsachen zur Embryologie.

Nun könnten Sie aber fragen: Was hat denn aber all Dieses mit der Embryologie zu thun? Wenn wir die Art und Weise des Ursprungs und der Entwicklung der Thiere studiren wollen, warum sollen wir uns da mit all' diesen verschiedenen Einzelheiten im Bau der reifen Thiere abmühen? Erstens: weil eine gründliche Kenntniß des Baues der niederen Thiere irgend eines Typus uns die Umbildung des Jungen der höheren Klassen desselben Typus verstehen hilft. Gerade der junge Echinoderm (der Seesterne oder der Seeigel), weist uns nicht nur auf gewisse Eigenthümlichkeiten der reifen Qualle, sondern auch der Polypen (der Koralle und der See-Anemone) hin. Nur in dem Lichte der Complication

des vollkommenen Organismus können wir das höchst umfangreiche Studium embryonischer Umbildungen vollkommen begreifen. Aber solche mühsam und sorgfältig gewonnenen Vergleiche von Einzelheiten im Organismus sind auch von einem anderen Gesichtspunkte aus wichtig. Wenn es wahr sein soll, daß alle Thiere eines von dem anderen abstammen, so kann dies nur durch eine Umbildung der niederen in die höheren geschehen sein, und die Echinodermen zeigen sich als der vollendetste Ausdruck, die äußerste Gränze in der Reihe der Strahlthiere. Wenn nun unsere Klassifikationen einfach der Ausdruck der Abstammung der Thiere sind — gleichsam der Stammbaum des ganzen Thierreiches — so ist es doch sonderbar, daß diejenigen, welche so nachdrucksvoll beanspruchen die Frage der Abstammung zu verstehen, nicht bemerkt haben sollten, daß die Echinodermen doch nur eine höhere Stufe desselben Typus sind, zu welchem die Alcalephen und Polypen gleichfalls gehören. Es ist doch sehr zu wünschen, daß wir erst eine gründlichere Kenntniß von den wirklichen Aehnlichkeiten, der wahren Verwandtschaft der Thiere uns verschaffen, bevor wir uns an die Erklärung ihres Ursprungs wagen. — Um die volle Wahrheit zu sagen, muß ich erklären, daß auf der gegenwärtigen Stufe unseres Wissens eine Theorie des Ursprungs der Thiere ungefähr denselben Werth hat, wie etwa eine Brochüre haben würde, in welcher man die Anatomie der Mondbewohner geschildert hätte.

Zehnte Vorlesung.

Wirkliche Umwandlungen.

Metamorphose gewisser Seethiere. — Geschöpfe, welche einer ganzen Reihenfolge von Umwandlungen unterworfen sind. — Auffallende Aehnlichkeit aller embryonischen Thierformen.

In unserer letzten Vorlesung gedachten wir des „Generationswechsels“ als einer anderen und ganz eigenthümlichen Fortpflanzungsweise der Thiere. Auf den ersten Blick scheint dieser Wechsel thierischer Formen, welche in unmittelbar und streng gesetzmäßig sich folgenden Generationen eine aus der anderen entstehen und dennoch in der äußeren Erscheinung gänzlich von einander verschieden sind, eine überraschende Abweichung vom ursprünglichen Typus zu bieten, und eröffnet uns eine erfreuliche Einsicht in die Verschiedenartigkeit lebender Wesen. Aber bei eingehender Prüfung finden wir alsbald, daß diese wechselnden Formen nur die Wandlungen eines gesetzmäßigen Cyclus sind, die in ganz bestimmte Grenzen eingeschränkt, mit niemals gestörter Regelmäßigkeit stets wieder zu ihrem Ausgangspunkte zurückkehren. Unsere Zeit ist hier zu knapp bemessen, als daß ich Ihnen die Einzelheiten dieser eigenthümlichen Fortpflanzungsweise in verschiedenen Thiergruppen schildern könnte; nur so viel wenigstens will ich Ihnen mittheilen, daß Sie deren Bedeutung für die Frage von der Erhaltung des Typus würdigen können. Es ist in der That außerordentlich lehrreich, ja das

Studium der Strahlthiere im Allgemeinen und das der Quallen im Besonderen ist eines der interessantesten und anziehendsten auf dem weiten Gebiete der Zoologie. Ohne eine gründliche Kenntniß dieser Thiere und ihrer wechselnden Generationen kann heutzutage kein Zoologe eine richtige und klare Ansicht über die herrschenden Fragen in unserer Wissenschaft sich erwerben. Ein Naturforscher, welcher nicht vollkommen vertraut ist nicht nur mit der Anatomie dieser Thiere, mit den verschiedenen Beziehungen ihres inneren Baues — von der einfachsten Knospe eines Polypen, bis zum vollkommenen, complicirt organisirten Echinodermen, sondern auch mit ihrer Vermehrung, ihrer Entwicklung — ob durch Knospen, Selbsttheilung oder Eier und mit der Geschichte ihrer Aufeinanderfolge in den zoologischen Perioden, hat keine Grundlagen zur Beurtheilung und Erkenntniß der Reihenfolge, in welcher überhaupt die Thiere auf der Erdoberfläche erschienen sind, und kann auch gar nicht die Bedeutung jener Reihenfolge für die heutigen Verschiedenheiten des organischen Lebens verstehen. Und dies sind keine Fragen, welche durch Argumente entschieden werden können, vielmehr nur durch positives Wissen, durch gründliche Kenntniß der Thatfachen. Meinungen *à priori* über sie aufzustellen erlaubt sich nur die Oberflächlichkeit und Flüchtigkeit. Die Wichtigkeit der Strahlthiere in Verbindung mit solchen Forschungen erklärt es, daß gerade die ausgezeichnetsten und gründlichsten Zoologen und Paläontologen unserer Tage dieselbe zum Gegenstande ihrer sorgfältigsten Untersuchungen gemacht haben.

Entwicklung und Fortpflanzung der Strahlthiere.

v. Siebold, dessen Untersuchungen über verschiedene Gegenstände ich im Laufe dieser Vorlesungen so oft und so selbstverständlich herangezogen habe, und nächst ihm Sars, der schwedische, Steenstrup, der dänische Naturforscher und Dujardin, der französische Zoologe, sind es, denen wir die

erste Erkenntniß und Aufklärung der wunderbaren Naturerscheinung danken, die wir Generationswechsel nennen. In der neuesten Zeit haben zahlreiche junge Forscher unsere Kenntniß der Entwicklung und Fortpflanzung der Strahlthiere allerdings noch beträchtlich erweitert, aber jene Männer waren es, die uns dieses hochwichtige Wissensgebiet eröffneten, und ebendeshalb möchte ich ihre Namen als die verdientesten uns gern ins Gedächtniß zurückrufen, denn man ist gar zu leicht geneigt, über die spätere und reifere Mernde diejenigen zu vergessen, welche den Boden derselben vorbereitet und den ersten Samen dazu ausgestreut haben.

Ich setze Ihnen bereits auseinander, daß Korallen, Quallen, Seesterne und Seeigel, oder wie die Zoologen sie nennen, die Polypinen (d. h. die Korallen jeglicher Art, die See-Anemonen und dergleichen), die Acalephen (Quallen und Hydroiden), die Echinodermen (Seesterne, Seeigel und Holothurien), nach der Auffassung ihres allgemeinen Organisationsplanes eine Einheit, eine ganz natürliche Gruppe bilden. Hiermit meine ich, daß sie alle in ihrem anatomischen Bau nach ein und demselben Plane gebildet, in all ihren Theilen innige Beziehungen zu einander haben, und Alle auf eine organische Grundform, auf denselben allgemeinen Typus zurückgeführt werden können. Ihr anatomischer Bau bietet Verschiedenheiten in dem Grade der Vollkommenheit, in dem Verhältniß und der Vertheilung der Glieder — aber nicht in den wesentlichen Eigenthümlichkeiten. Sie bilden eine Einheit in ihrem Organisationsplane gerade ebenso, wie die Wirbelthiere: Fische, Amphibien, Vögel und Säugethiere dem Bau nach eine Einheit darstellen, indem sie Alle nach ein und demselben Plane organisiert sind. In dieser selben Weise zeigen auch die drei Klassen der Strahlthiere ein und denselben mehr oder weniger ausgeführten Plan: am einfachsten nämlich in den Polypen, schon complicirter bei den Acalephen, erreichen sie den höchsten Grad ihrer Vollkommenheit in den Echinodermen. Nun, da, wo wir Einheit im Bau, wo wir die gleiche Anlage des Organisations-

planes finden, treffen wir stets auch Uebereinstimmung im Entwicklungsgange und ich werde Ihnen zeigen, daß dieser unvollkommenste Typus des Thierreiches, die Radiaten, eine in allen ihren Klassen gleiche Entwicklung haben, so, wie der höchste Typus des Thierreiches, die Vertebraten, auch eine allen Klassen gemeinsame Entwicklung hat.

Formveränderungen einer Qualle.

Aber ehe wir dieses weite Feld der Vergleichung und der Verallgemeinerung betreten, lassen Sie uns die Thatfachen des Generationswechsels betrachten. Unsere gemeine Qualle hat vier halbmondförmige Eierstöcke so angeordnet, daß wenn Sie die Körperscheibe der Qualle von oben ansehen, dieselben die Form eines Kreuzes darstellen. In diesen Eierstöcken entwickeln sich die Eier, fallen von hier in die centrale Leibeshöhle, und gelangen aus dieser durch die Mundöffnung nach außen ins Wasser. Das vom Eierstock sich ablösende Ei ist eine kleine, mit einer klaren Flüssigkeit gefüllte Kugel, die ein Keimbläschen und Keimfleckchen enthält. Dieser durchsichtige Dotter, hellrosa von Farbe bei der Species, von welcher ich jetzt rede, wird sehr schnell dunkler und undurchsichtig. Sofort beginnt der in einer früheren Vorlesung beschriebene Furchungsproceß. Der Dotter theilt sich in Hälften, in vier, acht, sechszehn, zweiunddreißig Theile, und so weiter, bis die kleine Kugel vollständig durchfurcht und in den maulbeerartigen Zustand umgewandelt ist, der dem Naturforscher hinlänglich bekannt, als die letzte Phase der Furchung gilt. Nun wird der maulbeerartige Körper hohl, eigenthümliche Zellen sammeln sich an der Peripherie an und strecken auf der ganzen Oberfläche ungemein lebhaft sich bewegend, äußerst feine Fädchen aus, die man schwingende Wimpern oder Cilien nennt. Die äußere Hülle verdünnt sich allmählig und an einer Stelle bricht die Mundöffnung durch. Während der schwimmende Dotter sich

frei im Wasser bewegt, erhält er sich vermittelst jener Wimpern in beständig drehender Bewegung, in einem steten Fortrollen nach allen Richtungen hin, vorwärts, rückwärts, seitwärts, und nimmt zugleich immer deutlicher die Gestalt eines Hydroiden an. Damit verliert er aber auch seine Kugelgestalt, wird alsbald länglich oder birnförmig. Eine Einsenkung, die sich allmählig mehr vertieft, macht sich an dem einen Ende mehr bemerklich, und während sie sich vertieft, werden auch die Wimpern weniger thätig; das sich rollende, drehende, unruhige kleine Wesen hemmt seine Gile, es hält inne, setzt sich mit dem, der Einsenkung gegenüber befindlichen Ende fest, und wird so fixirt. Das obere Ende, der Rand einer inneren, durch die Einsenkung gebildeten Höhle, sproßt in vier Richtungen aus, sendet gleichsam vier Fortsätze aus. Diese Falten oder Fortsätze verwandeln sich in Tentakeln, welche, von vier zu acht, von acht zu sechszehn, von sechszehn zu zweiunddreißig durch stets neue Sprossungen zwischen den früheren sich vermehren; so haben wir denn ein kleines, polypenartiges Wesen, einer See-Anemone sehr ähnlich; mit einer verdauenden Leibeshöhle, einem Kranze von Tentakeln und einem erweiterten Fuße. Diese Phase durchläuft es schnell; der Körper dehnt und verlängert sich, und im Verhältniß wie derselbe in die Höhe wächst, vertieft sich auch die innere Höhle röhrenartig in der Mitte des Körpers. Mehrere ringförmige Einschnürungen treten an der ganzen Länge des Körpers hervor, die in regelmäßigen Abständen übereinander folgen, vom oberen bis zum unteren Ende des Thieres als schwach hervortretende Falten sich zeigen. Diese Falten oder vielmehr Einschnürungen vertiefen sich gegen die Achse des Körpers hin, bis zuletzt der ganze Körper durch sie in eine senkrechte Reihe napfartiger Scheiben oder uhrglasförmiger Plättchen getheilt ist, die nur noch im Mittelpunkte oder der Achse des Körpers miteinander verbunden sind. Jede dieser Scheiben kerbt sich am Rande, und in dieser Stufe der Entwicklung fällt dann der obere Theil des Körpers mit seinen Randtentakeln ab und stirbt. Alsobald löst das oberste Näpf-

chen der Reihe sich ab, stülpt sich, die hohle Mitte nach unten kehrend um und schwimmt nun als kleine freie Qualle dahin. Alle Uebrigen folgen; und wir haben eine neue Generation von Quallen als Ende dieser wunderbaren Geschichte.

Einheit scheinbar verschiedener Thiere.

Die verschiedenen Phasen dieser Entwicklungsreihe waren den Naturforschern schon bekannt, noch ehe man ihren Zusammenhang nur ahnen konnte. Das kleine, von mir zuerst beschriebene polypenartige Thier hielt man für eine eigene Polypengattung und nannte sie *Scyphostoma*. Die nächste Phase, in welcher der Körper sich ringförmig einschnürt und in eine senkrechte Reihe von Scheiben verwandelt, war gleichfalls bekannt wie die *Scyphostoma*, als eigenthümliche Polypengattung unter dem Namen *Strobila* beschrieben und im System aufgeführt worden. Auch die randlich ausgezackten Scheiben hatte man frei im Wasser schwimmen sehen, und für eine Abart der Qualle, für eine Gattung *Ephyra* gehalten. v. Siebold war es, der zuerst den Zusammenhang zwischen *Scyphostoma* und einer Qualle zeigte. Sars verfolgte die Umbildung der *Scyphostoma* in die *Strobila* und das hierauf folgende Auflösen derselben in die Generation der *Ephyra*. Der Ursprung des Ganzen blieb aber noch ein Räthsel, denn es schien nicht, als ob eines dieser Wesen, weder *Scyphostoma*, *Strobila* oder *Ephyra*, vollkommene Zeugungsorgane erhielte. Nur erst als man die *Ephyra* sorgfältig beobachtete und fand, daß sie in die gemeine große Qualle auswächst, welche längst unter dem Namen *Aurelia* im zoologischen System aufgeführt war, als geschlechtsreifes Thier vier Eierstöcke besitzt, und Eier legt, damit erst war der Kreislauf vollendet. Dieser Entwicklung zu folgen ist höchst interessant; ich selbst habe bei meinen Untersuchungen die Eier der *Aurelia* beobachtet, habe sie zur *Scyphostoma* heranwachsen, in das Stadium der *Strobila*

übergehen, und zuletzt in die Ephyra sich auflösen gesehen, welche dann zur wahren Medusa erwuchs. Ich muß noch hinzufügen, daß von der Basis der Strobila, welche ganz ähnlich dem breiten Fuße der See-Anemone sich erweitert, auch eine Knospe hervorsprossen kann, die sich ablösend zu einer neuen Scyphostoma erwächst, und alle Phasen der Strobila zur Ephyra und zur Aurelia durchmacht.

Keine Veränderung der Species.

Diese Thatfachen beweisen nicht im Entferntesten, daß eine ganz bestimmte Species aus einer anderen Species hervorgehen kann; obwohl wir in dem soeben angeführten Falle nicht weniger als vier verschiedener Species, ebenso vieler verschiedener, nunmehr aber auf eine einzige Art zurückgeführter Gattungen kennen gelernt haben. Wir erfahren daraus nur, daß die Naturforscher, welche diese Thiere zuerst entdeckten und als verschiedene Gattungen und Arten beschrieben, sich in ihren Schlußfolgerungen irrten; und daß wir es jetzt besser wissen, wie dieselben nur die einander folgenden Entwicklungs- und Wachsthumstadien ein und derselben Species sind, grade wie gewisse Würmer lange Zeit als verschiedene Species betrachtet wurden, welche wir jetzt als verschiedene Entwicklungsstufen von in ihrem geschlechtsreifen Alter gänzlich abweichenden Insekten kennen. In dem herbeigezogenen Beispiele der Aurelia ist nur der eigenthümliche Umstand noch bemerkenswerth, daß aus einem von der reifen Aurelia gelegten Ei nur ein einziges Scyphostoma erzeugt wird, welches zunächst auch nur in eine Strobila sich verwandelt, diese Strobila aber dann in eine große Menge Ephyren sich auflöst, welche mit fortschreitendem Wachsthum schließlich in ebenso viele, geschlechtlich vollkommen entwickelte Aurelien sich umbilden, so daß aus einem Aurelia-Ei eine ganze Menge, zuweilen zwanzig und mehr Aurelien entstehen, von denen jede vollkommen befähigt ist, ihrerseits auf

dieselbe Weise sich fortzupflanzen und zu vermehren; wie auch gelegentlich der übriggebliebene Fuß des ursprünglichen Scyphostoma es noch thun kann.

Seit dem Bekanntwerden dieser wunderbaren Entwicklungsweise, in welcher aufeinanderfolgende, aber wesentlich ganz verschiedene Lebensstufen aus einem ursprünglichen Ei hervorgehen, haben die Naturforscher noch andere derartige Fälle desselben Typus beobachtet und gefunden, daß die Fortpflanzungsweise durch Generationswechsel keineswegs eine Ausnahme, sondern vielmehr Regel in einigen Gruppen der Strahlthiere ist. Der von mir erwähnte Fall ist nur einer der häufigsten und auch der am vollständigsten bekannte. Es giebt noch viele andere, so die Sarsia, eine niedliche, in unserem Hafen (Boston) sehr häufige Qualle mit vier Tentakeln und einem langen Rüssel. An diesem Rüssel entwickeln sich Eier, die in das Wasser fallen; und nachdem dieselben den gewöhnlichen Furchungsproceß durchlaufen haben, bilden sie sich zu polypenartigen Geschöpfen aus, um sich dann auf dem Meeresgrunde, auf einem Felsen, oder am Seetang festzusetzen. Das obere Ende dieses polypenartigen Thieres vergrößert sich zu einem eichelartigen Kopf, mit geknüpften Tentakeln. Dieses längst als Corhyne bekannte Thier treibt seitliche Knospen und vermehrt sich durch dieselben zu einer Kolonie, einem Familienstocke, dessen Mitglieder ihm selbst gleich, auf einem gemeinschaftlichen Fuße festsitzen. Zwischen den Tentakeln dieser eichelartigen Köpfchen findet man nun eine oder mehrere Knospen, ganz verschieden von jener, aus welcher der Familienstock hervorgegangen ist. Diese zweite Art von Knospen besitzt das Kanalsystem einer Qualle, vier eingerollte Tentakeln und einen Rüssel. Nun fällt die Knospe ab, die Tentakeln entfalten sich, und die Knospe schwimmt als freie Sarsia davon. Seiner Zeit wird diese Sarsia Eier legen, welche wiederum neue Kolonien von Corhyne begründen. — Ganz ähnliche Entwicklungsweisen bieten die Campanularien und die Calyccellen.

Bei *Calycella* besteht der Familienstock aus unfruchtbaren und fruchtbaren Individuen; aber die quallenartigen Knospen

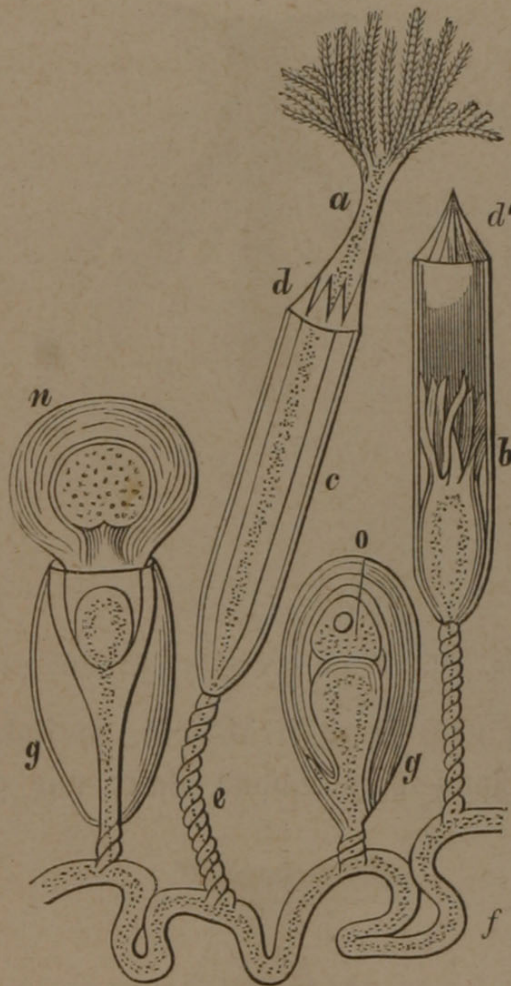


Fig. 38. *Calycella Syringa*.

a Hydroidenform entfaltet. b dieselbe eingezogen. c Becher des Hydroid. d Deckel desselben geöffnet. d' geschlossen. e Stiel. f Wurzelstock. g Keimstock. n Keimkapsel. o Ei.

werden nicht abgestoßen, fallen nicht ab, um dann ein unabhängiges Leben zu führen, wie es bei *Campanularia* der Fall ist.

Die Figg. 39 und 40 zeigen die Verschiedenartigkeit der Knospen; hier trennt die Medusaknospe (Allman's *Adelocodonia*) sich nicht von denjenigen ab, in welchen sie frei lebt (*Phanerocodonia*).

Die Regelmäßigkeit dieser Entwicklungsart ist sogar noch auffallender als die Verschiedenartigkeit ihrer Phasen. Mögen

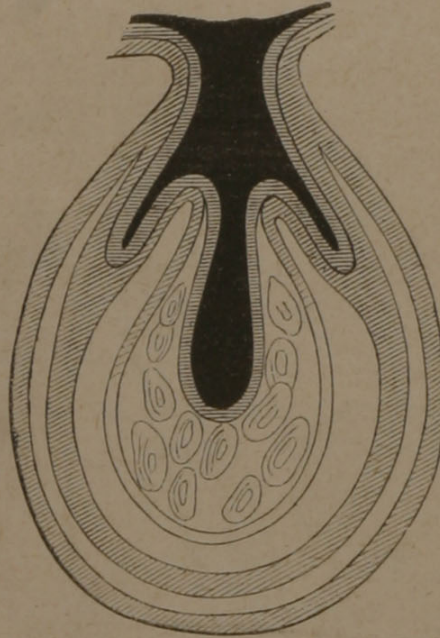


Fig. 39. Adelocodonischer Keimträger.

die Generationen noch so zahlreich sein, so findet doch schließlich keine Abweichung vom Typus statt; wie groß der Kreis-

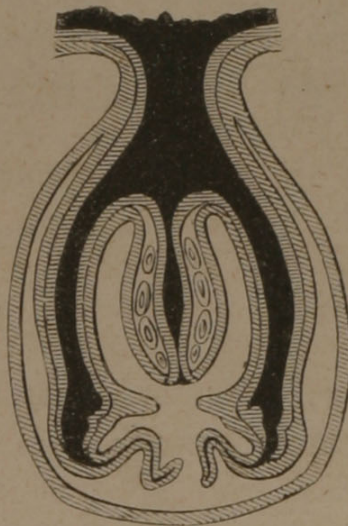


Fig. 40. Phanerocodonischer Keimträger.

lauf auch sein mag, er kehrt immer zu seinem Ausgangspunkte, zur Mutterform, zurück. Ich möchte Ihnen gern noch andere

Beispiele des Generationswechsels vorführen, ziehe es aber vor Sie auf Werke zu verweisen, in welchen die von mir erwähnten und viele andere Fälle mit allen Einzelheiten erläutert worden sind. Zwei Bände meiner eigenen „Beiträge zur Naturgeschichte der Vereinigten Staaten“ mit zahlreichen Abbildungen, sind diesem Gegenstande gewidmet; Allman's „Geschichte der britischen Hydroiden“ stellt ihn bewundernswürdig dar, mit erläuternden Abbildungen von Arten, welche an den englischen Küsten leben. Ich darf auch wohl noch den

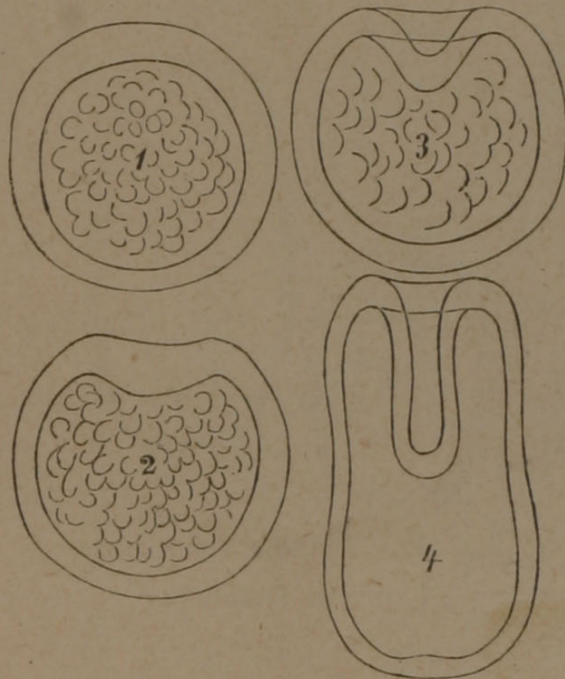


Fig. 41. Planula des Seesternes.
(*Asteracanthion beryllinus*.)

„zweiten Band des Kataloges unseres Museums“ (von meinem Sohne Alexander Agassiz) hinzufügen, der sich auf die nordamerikanischen Quallen bezieht.

Nach dieser vergleichenden Betrachtung der Entwicklung der Korallen oder Polypen mit der der Quallen lassen sie uns noch einen Blick auf die Metamorphose der Echinodermen werfen. Hier muß ich gleichfalls eine Menge Einzelheiten übergehen, doch kann ich noch genug anführen um den Gegenstand,

welchen ich immer im Auge behalte, nämlich: die wahre Grundlage der Aehnlichkeit unter den Thieren, genügend zu erläutern. Die Entwicklung der Echinodermen ist kaum weniger eigenthümlich als die der Quallen.

Das Ei des Seesternes z. B. ist ein durchsichtiger, kugeligter Körper mit Keimbläschen und Keimfleck, der in keiner Weise von dem Ei der Qualle oder der Koralle abweicht. Es unterwirft sich dem bekannten Furchungsproceß, schwimmt dann als kleiner planulaähnlicher Embryo umher und unterscheidet sich

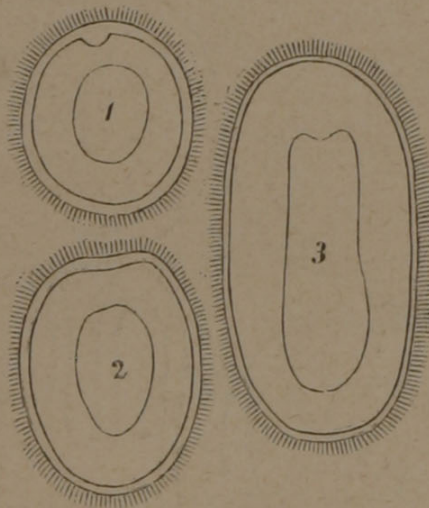


Fig. 42. Planula der Qualle.
(*Aurelia flavidula*.)

kaum von dem Ei eines anderen Strahlthieres. Nun bildet sich eine Einsenkung, grade wie bei den jungen Polypen oder Acalephen, welche tiefer eindringend als Schlauch oder Sack zur verdauenden Höhle oder Magen wird; der Rand erweitert sich etwas, und wir haben ein der jungen Qualle sehr ähnliches Thier.

Ein Polyp, die rothe Koralle des mittelländischen Meeres zeigt uns auf gleicher Entwicklungsstufe dasselbe.

Nun bilden sich am äußeren Rande der Verdauungshöhle, die dort ein wenig haucht, zwei knospenartig hervortretende

Taschen, und das von allen anderen Strahlthieren so verschiedene Leben des Seesternes beginnt. Diese beiden Taschen entwickeln sich zu zwei Wasserkanälen; auf dem einen bildet sich die obere, auf dem anderen die untere Seite des Seesternes, die sich dann zuletzt beide vereinigen und alle inneren Organe des Stachelhäuters zwischen sich einschließen. Die späteren Entwicklungsstufen sind sehr merkwürdig; ich könnte Ihnen den kunstvollen Bau zur Stütze und Fortbewegung des Embryo

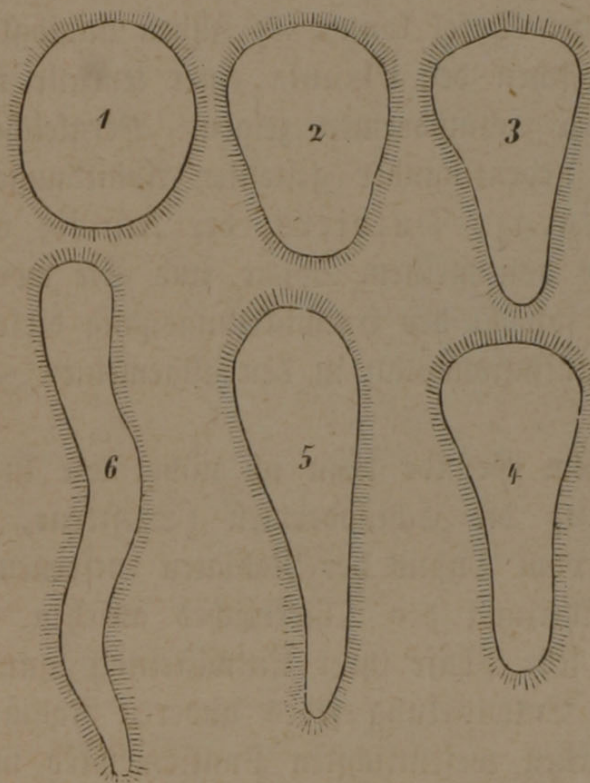


Fig. 43. Planula der rothen Koralle.

zeigen, wie er schließlich zu Boden sinkt und der kleine Seestern in fortschreitender Entwicklung alle überflüssigen Theile seines eigenen Embryo aufzehrt. Die Fortbewegungsorgane und ein mit denselben engverbundenes, complicirtes System von Fortsätzen, das Wassergefäßsystem, an welchem die obere und die untere Seite des Thieres sich entwickelte, verschwinden innerhalb des jungen Seesternes; man könnte sagen, er verschluckt das erste Stadium seiner Existenz. Doch ich verweise

Sie auf ein Büchelchen: „Studien über die Naturgeschichte der Strahlthiere in der Bai von Massachusetts.“ — Die Entwicklung der Seeigel und der Holothurien hat wesentlich denselben Charakter; ich wollte Ihnen hier nur zeigen, daß sie bei allen Strahlthieren denselben allgemeinen Verlauf nimmt. Bis zu einem gewissen Grade ist der Embryo, oder, in der Sprache des Naturforschers, die Planulae der Polypen, Alcyonophoren und Echinodermen untereinander so ähnlich, daß sie kaum unterschieden werden können. Mit der rohen Zeichnung an der schwarzen Tafel konnte ich Ihnen unmöglich den feinen Unterschied zwischen der Planula einer Koralle und der einer Qualle und der Echinodermen zeigen. Vergleichen Sie selbst die umstehend nebeneinander gestellten Abbildungen der rothen Koralle von Lacaze-Duthiers, der Aurelia von mir, und des Seesterne von meinem Sohne, und Sie werden sehr leicht erkennen, daß sowohl der Entwicklungsgang dieser Thiere, wie auch ihr Organisationsplan in den allgemeinen Zügen ein und derselbe ist.

Aus diesem Grunde kann ich nicht, wie in neuerer Zeit viele Zoologen, die Echinodermen (Seesterne, Seeigel und Holothurien) vom Typus der Radiaten entfernen, und sie für eine Hauptabtheilung des Thierreiches ansehen. Jeder Theil ihres Baues, jede Phase ihrer Entwicklung kann mit der Bildung und der Entwicklung jedes anderen Radiaten verglichen werden; in allen wesentlichsten Punkten wird man sie völlig homolog finden, d. h. vollkommen übereinstimmend. Die scheinbar großen Unterschiede, nach welchen wir diese Thiere von einander trennen, finden wir nicht in ihrem typischen Charakter als Radiaten, sondern vielmehr in ihrem endlichen specifischen Charakter als besondere Gruppen innerhalb des regulären Typus.

Mein Hauptzweck war, Ihnen die Thatfachen des merkwürdigen Generationswechsels als einer ganz eigenthümlichen Fortpflanzungsweise im Thierreiche vorzuführen. Aber zur vollständigen Darstellung muß ich noch die Methode einiger

Naturforscher erwähnen, deren besonderes Ziel es war, die Verschiedenheiten dieses Prozesses zu analysiren, wie sich diesel-

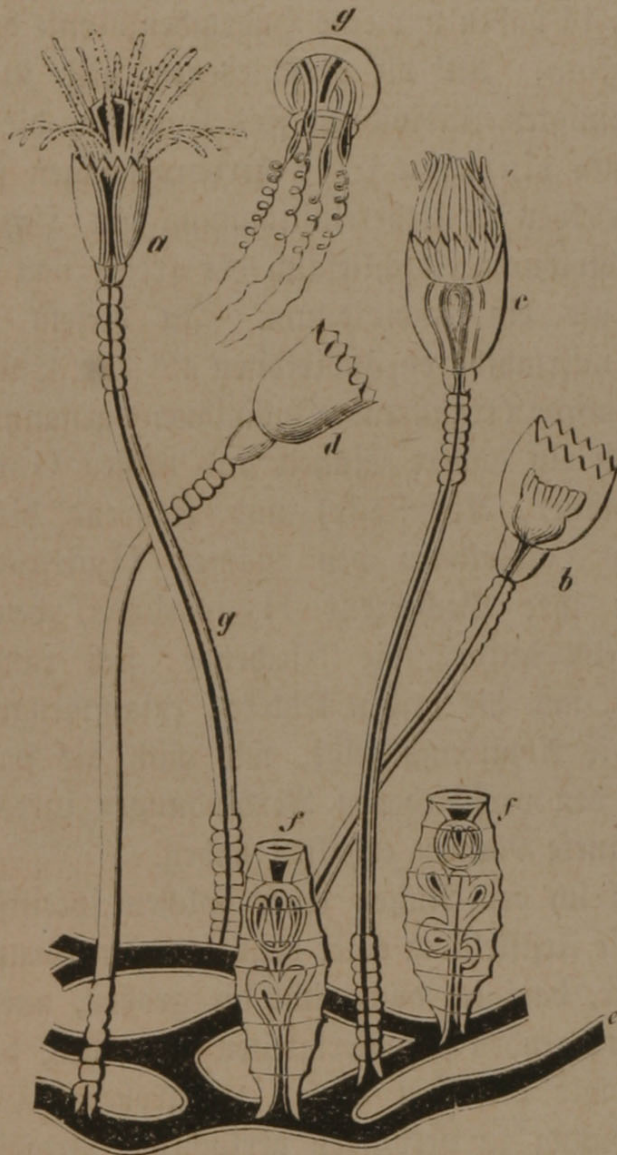


Fig. 44. *Campanularia Johnstoni*.

a, b, c, d Polypenzellen. e Wurzelstock. ff Zellen mit Keimstöcken. a Hydroid entfaltet. b Hydroid noch in der Zelle zurückgezogen. c Hydroid zur Hälfte hervorgetreten. d leere Zelle. f Keimstock. g Stiel mit Kanal.

ben in verschiedenen Klassentypen zeigen. Keiner hat diese Analyse weiter geführt als Professor Allman in seiner bewundernswerthen, jüngst erschienenen Monographie der Hydroi-

den Großbritanniens. Einige seiner Abbildungen wiederzugeben, und seine Terminologie zu erklären, wird für meinen Zweck ausreichen.

In Fig. 44 haben wir eine Hydroidenkolonie der *Campanularia Johnstoni*. All' die verschiedenen, hier in einen Familienstock vereinigten Individuen sind Knospen, die aus der Entwicklung eines einzigen Eies hervorgegangen sind. Allman betrachtet dieselben in Uebereinstimmung mit Huxley's Definition vom Individuum einschließlich der freien von ihnen erzeugten Qualle als ein Individuum. In diesem Familienstocke werden alle unfruchtbaren Individuen als eine Einheit angesehen und Trophosoma (ernährende Individuen) genannt; die fruchtbaren bilden eine andere Einheit und heißen Gonosoma (Geschlechtsindividuen, Keimstöcke) und während die einzelnen unfruchtbaren Individuen den Namen Hydranthi erhielten, nannte man ihre Becherzelle Hydrotheca, den Stiel oder Stamm Hydrocaulus, die kriechende, sich rankende Wurzel Hydrorhiza, und die beiden letzteren zusammengefaßt Hydrophyton. Die Abbildung zeigt, wie auch die fruchtbaren Individuen, in den verschiedenen Verbindungen ihres complicirten Baues, geeignete Namen erhalten haben.

Obwohl ich den Nutzen einer solchen specifischen Nomenclatur für die Feststellung einer engbegrenzten Gruppe von Thieren anerkenne, darf ich doch nicht die großen, aus diesem Verfahren entspringenden Schwierigkeiten übersehen, die uns begegnen, sobald wir dieselben Wesen zu größeren Gruppen einer höheren Ordnung zu verbinden versuchen. Professor Allman's Nomenclatur läßt sich nicht auf alle Glieder der Klasse der Acalephen anwenden; mit den charakteristischen Eigenthümlichkeiten im Bau der Siphonophoren, bei denen ich schon längst die Identität mit dem complicirten Bau der Hydroiden nachwies, ist sie geradezu unvereinbar. Ein Versuch, diese Nomenclatur in der Klasse der Polypen oder Echinodermen anwenden zu wollen, würde gänzlich misslingen. Jedoch, wie man auch immer die Echinodermen auffassen mag, Niemand

wird läugnen können, daß die Polypen und Acalephen ein und derselben Hauptabtheilung des Thierreiches angehören. Anderseits haben die Zoologen bei den Echinodermen selbst je eine besondere Nomenclatur für die Crinoideen (Haarsterne), eine andere, gänzlich verschiedene, für die Asteroideen (Seesterne), noch eine andere für die Echinoideen (Seeigel) und eine vierte für die Holothurien oder Ektodermen in Anwendung gebracht, so daß thatsächlich diese verschiedenen Glieder ein und derselben Thierklasse in einer Weise beschrieben werden, als ob sie gar nicht mit einander verwandt wären.

Unzweifelhaft beschleunigte diese Methode die schnelle Isolirung der verschiedenen Zweige der Zoologie; aber sie ward auch zugleich eine beinahe unüberwindliche Schranke für die rationelle Auffassung ihrer minder schwierigen Verhältnisse. — Darum ist auch in unserer Wissenschaft nicht eher ein wirklicher Fortschritt möglich, als bis wir zu einer gründlicheren und eingehenden Prüfung der tieferen, homologen Beziehungen umkehren, die alle Glieder jeder Hauptgruppe des Thierreiches vereinigen. In dieser Richtung liegt die zukünftige Erweiterung unserer Wissenschaft.

Auffallende Aehnlichkeit aller embryonalen Formen.

Lassen Sie uns jetzt unsere Aufmerksamkeit auf einen völlig verschiedenen Typus richten. Fisch, Amphibium, Vogel, Säugethier und der Mensch, alle sind nach ihrem Organisationsplane, ihrem anatomischen Bau und nach ihrer Entwicklung Wirbelthiere; und dennoch sind sie, als Glieder verschiedener Klassen dieses allgemeinen Typus untereinander gänzlich verschieden. In einer früheren Vorlesung zeigte ich Ihnen, daß die Urranlage aller Wirbelthiere auf einer centralen Achse beruht, oben mit einem festen, meist knöchernen Gewölbe, zur Aufnahme des Nervensystemes, und einem ähnlichen unteren Gewölbe für die Organe der Verdauung und Fortpflanzung

des Kreislaufes und der Athmung. Ein Blick auf ihre Embryologie zeigt uns, daß sie durch ihre Entwicklung eben so eng verbunden sind, wie durch ihren anatomischen Bau. Nehmen wir das Ei irgend eines Wirbelthieres, eines Fisches, Amphibiums, Vogels oder Säugethieres, das Resultat des Furchungsprozesses ist die Bildung einer Keimschicht auf einer Seite des Dotters. Das eine Ende dieser Keimschicht verdickt sich mehr als das andere. Längs der Mitte macht sich eine leichte Rinne bemerklich, welche aber nicht durch Einsinken der Mitte, sondern durch Erhebung und Anschwellung ihrer Ränder entsteht. Diese Ränder erhöhen sich mehr und mehr und treten endlich über der Rinne zusammen, wodurch dieselbe nun zu einem geschlossenen Kanale geworden ist. Diese Rinne in der Längsachse (Primitivrinne) des Fruchthofes, wie nun die Keimschicht des Dotters heißt, ist die erste Anlage des das centrale Nervensystem enthaltenden knöchernen Rückenmarkkanales. Alsdann erweitern sich auch die unteren Ränder der Keimschicht in ähnlicher Weise abwärts und treffen gleichfalls zusammen, wodurch die untere oder eigentliche Leibeshöhle für die übrigen Organsysteme gebildet wird. Hier deutet eine kleine Falte den ersten Umriß des Auges an; dort ist eine andere als erste Anlage des Ohres; seitliche Querspalteln entwickeln sich zu scheinbaren Kiemenspalten (Visceralbögen), denn diese scheinbaren Kiemen finden sich vorübergehend in den Embryonen aller Wirbelthiere, auch des Menschen. Mit der fortschreitenden Entwicklung erhebt sich der Keim immer mehr über die Oberfläche der Dotterkugel, schnürt sich weiter und weiter von derselben ab, der Dotter hängt dann nur noch wie ein Beutel an der Unterseite des Körpers herab und wird je nach den verschiedenen Klassen der Wirbelthiere langsamer oder schneller innerhalb desselben aufgezehrt, bis das kleine Thier endlich von aller Verbindung mit der Mutter befreit wird. Bei einer Vergleichung der verschiedenen Entwicklungsstufen aller Wirbelthierklassen tritt die auffallende Aehnlichkeit sämmtlicher unverkennbar hervor. In einem frühen Stadium des embryonischen

Lebens, noch bevor der Keim sich sehr über den Dotter erhoben hat, entwickelt sich ein sehr verzweigtes Blutgefäßsystem über die Dotterkugel; einige Gefäße führen das Blut nach dem Herzen, andere vertheilen es über die ganze Oberfläche.

In diesem Stadium zeigen sich zwei große Blutgefäße, in welchen das Blut symmetrisch auf beiden Seiten des Körpers circulirt, während beide schließlich in ein Ringgefäß sich vereinigen. Auf dieser Stufe der Entwicklung gleicht der Kreislauf der Schildkröte, Schlange, des Vogels und Säugethieres einander so auffällig, daß ich deren Unterschiede in den Kreidezeichnungen an der schwarzen Tafel nicht deutlich darstellen kann. Nur sorgfältige und detaillirte Zeichnungen, wie wir sie in den Werken eines Rathke, Pander, Bischoff und in meinen eigenen finden, veranschaulichen die feinen Unterschiede der Embryonen der verschiedenen Wirbelthierklassen. In den folgenden Abbildungen können Sie auch die vorgerückteren Stadien verschiedener Wirbelthierembryonen mit einander vergleichen.

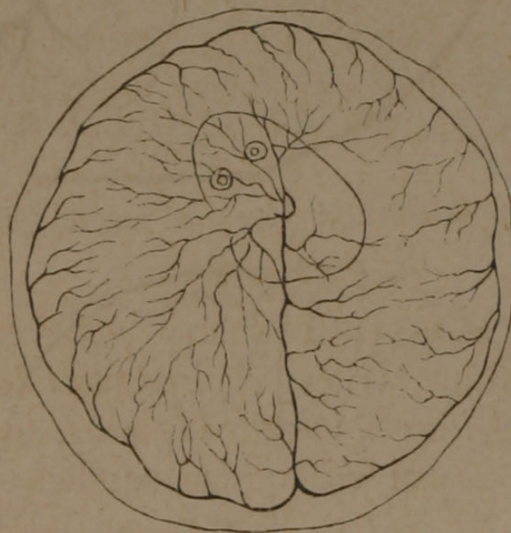


Fig. 45. Blutgefäßsystem eines 18 Tage alten Embryo des Meer-
schweinchens.

Sie sehen wie ähnlich diese Embryonen einander sind; der Körper der Schlange ist kaum gestreckter als der der Schildkröte. In beiden spitzt sich der embryonale Leib zu einem

Schwanze zu, jedoch nicht etwa in dem einen mehr als in dem anderen. Der Mund erscheint als breiter Querschlitz, und die

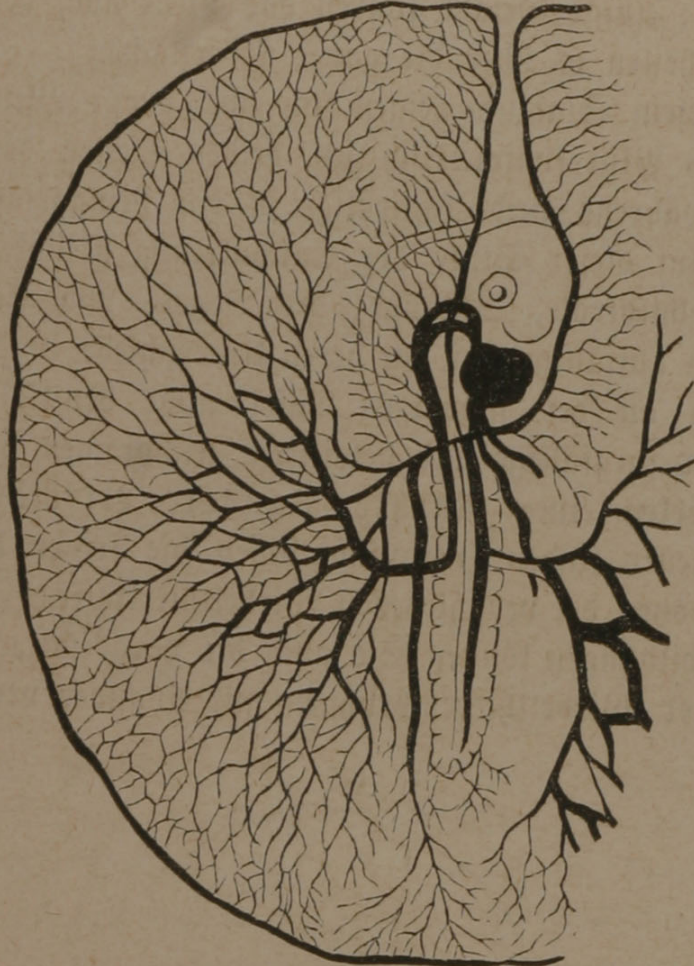


Fig. 46. Blutgefäßsystem eines sehr jungen Hühnerembryo.

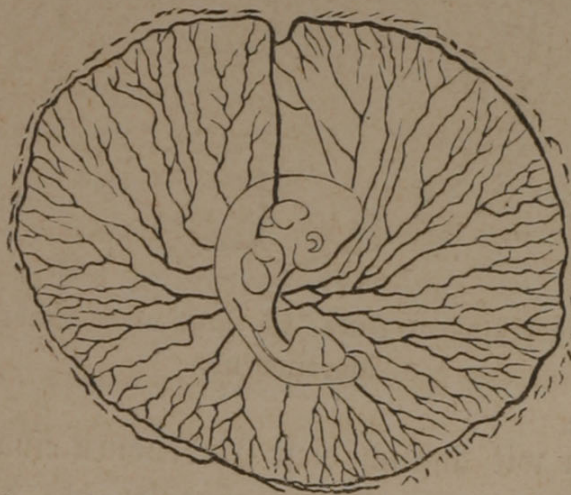


Fig. 47. Blutgefäßsystem eines sehr jungen Schildkrötenembryo
(*Chelydra serpentina*).

Kerben darüber werden, wenn sie später sich vollständig geschlossen haben, die Nasenlöcher. Die sogenannte Nasenscharte bei dem Menschen ist nur ein Ueberrest dieses frühen Bildungsverhältnisses, das bei dem Embryo des Menschen ganz ebenso sich findet, wie bei dem Fische und jedem Amphibium. Vergleichen Sie weiter die Vorderseite der Schildkröte und der

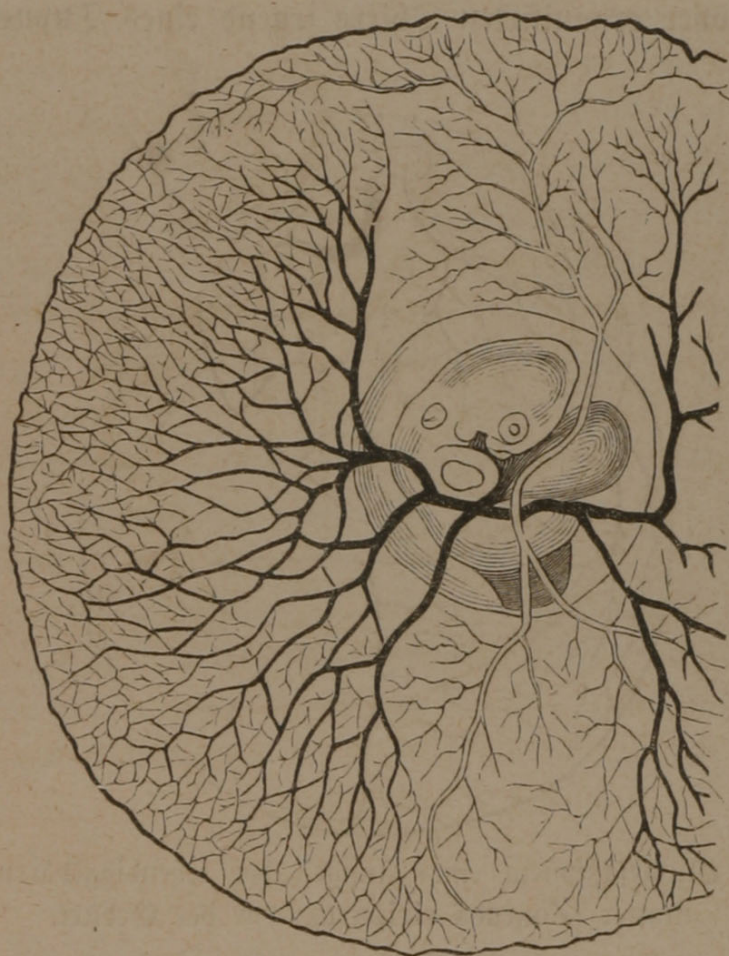


Fig. 48. Blutgefäßsystem eines sehr jungen Natterembryo (*Coluber natrix*).

Schlange; Sie werden die Form des Mundes, die Lage der Kiemen, die Ordnung aller Theile völlig gleich finden. Ziehen Sie weiter den Hundeembryo zur Vergleichung mit dem der Schildkröte, sind nicht auch hier die Falten zur Anlage der Nasenlöcher, die Lage der Augen, die sogenannten Kiemenspal-

ten, die die Gliedmaßen andeutenden Stumpfe in beiden dieselben? Der Embryo des Hirsches bietet auf gleicher Entwicklungsstufe ganz dieselben charakteristischen Eigenthümlichkeiten; Sie brauchen nur an die feinen, behenden Glieder des alten Hirsches zu denken, und sie mit diesen reptilienartigen, schlaff herabhängenden, stummelhaften zu vergleichen, um sich von der Wahrheit meiner Behauptung zu überzeugen, nämlich: daß die höher organisirten Thiere irgend eines Typus in ihrer

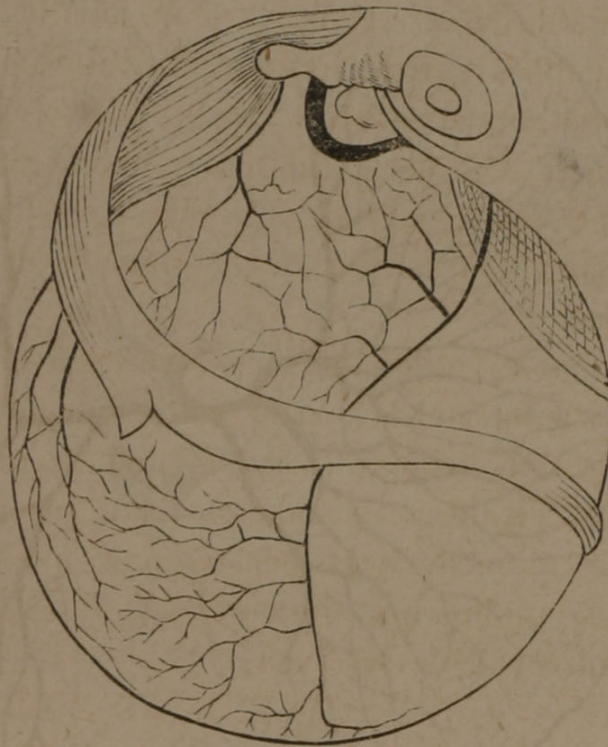


Fig. 49. Blutgefäßsystem eines Jungen der lebendiggebärenden Aal-
mutter (*Zoarces viviparus*) vor der Geburt.

Entwicklung durch die Formen der niederen desselben Typus hindurch gehen müssen. Und erwägen Sie, daß diese Abbildungen nicht etwa in der Absicht gewählt wurden, diese Aehnlichkeit hervorzuheben, denn für diesen Zweck könnte ihre Identität noch viel deutlicher und auffälliger dargestellt werden. Ich habe einfach nur die Abbildungen aus den Werken solcher Naturforscher gewählt, welche die Embryonen ohne jede besondere Beziehung auf ihre natürliche Verwandtschaft, auf ihre

allgemeinen thypischen Beziehungen zu einander untersuchten. Und doch so ganz zufällig gewählt tritt die Aehnlichkeit nun so auffällig hervor, daß sie gar nicht unbeachtet bleiben kann. Der menschliche Embryo gleicht Punkt für Punkt dem jungen Hund und dem jungen Hirsch. — Und nun lassen Sie uns zu der untersten Stufe der Wirbelthiere, zu den Fischen zurückkehren.

Ein junger Fisch zeigt dieselben physiognomischen Züge, welche wir als charakteristisch im Embryo der Amphibien, Vögel und Säugethiere erkennen; es ist wirklich kein größerer Unterschied zwischen diesen verschiedenen Embryonen als zwischen dem Seestern, der jungen Qualle und der jungen Koralle. Die Wirbelthiere, wie die Strahlthiere, unterziehen sich von der ersten Bildung des Keimes bis zu ihrer vollendeten Entwicklung einer ununterbrochenen Reihe von durchaus parallelen Veränderungen.

Wie kommt es denn nun, daß der Keim einer Schildkröte immer eine Schildkröte, der Keim einer Schlange stets wieder eine Schlange, der Keim eines Hundes immer nur einen Hund, und der eines Menschen ausnahmslos ein menschliches Wesen erzeugt, wenn es nicht etwas Höheres gäbe als diese physischen Aehnlichkeiten, welches alle Entwicklung, alles Werden in der ganzen civilisirten Welt beherrscht?

Elfte Vorlesung.

Die vier Typen der Thiere.

Gründe für die Eintheilung des Thierreiches in vier Hauptgruppen. —
Geschichte der Klassification.

In früheren Vorlesungen haben wir gesehen, daß die Wirbelthiere und die Strahlthiere, d. h. der vollendetste und der unvollkommenste niederste Typus des Thierreiches auf durchaus verschiedenen, in der Anlage wie in der Ausführung gänzlich von einander abweichenden Organisationsplänen beruhen. Wir haben ferner gesehen, daß jeder Typus durch eine besondere, ihm eigenthümliche Entwicklung sich unterscheidet; kurz, daß diese beiden Typen sowohl durch den organischen Bau wie durch die Entwicklung je eine eigene natürliche und scharf umgränzte Gruppe darstellen. Ueber die Abgränzung des Wirbelthiertypus sind die Zoologen längst einig. Von Aristoteles bis auf unsere Tage sind alle mit knöcherner Wirbelsäule oder Rückgrath als zu den Vertebraten oder Wirbelthieren gehörig allgemein anerkannt worden. Aristoteles vereinigte sie nur unter einem anderen gemeinschaftlichen Charakter und nannte sie „Blut-Thiere“. Nur allein der Amphioxus wurde anfangs wegen seiner äußerlichen Aehnlichkeit zu den Würmern verwiesen; sobald aber sein innerer anatomischer Bau untersucht worden

war, ward er unter die Wirbelthiere versetzt und führt den Namen Wurmfish. Auch die Strahlthiere können durch charakteristische Eigenthümlichkeiten ihrer inneren Organisation scharf umgränzt werden und nur über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Echinodermen (Seesterne, Seeigel und Holothurien) zu den Quallen und Polypen gehen die Ansichten der heutigen Zoologen noch auseinander. Ich glaube Ihnen nachgewiesen zu haben, daß, sowohl nach dem anatomischen Bau wie nach ihrem Entwicklungsgange, alle drei Klassen zusammen gehören. Aber während nicht jeder Zoologe die höchste dieser drei Klassen von den beiden niederen trennt, herrscht doch über die Gränzen jeder derselben für sich genommen keine Meinungsverschiedenheit, ebenso wenig darüber, daß die Wirbelthiere die höchste, die Strahlthiere die unterste Stufe im Thierreiche einnehmen.

Zwischen diesen beiden ganz entgegengesetzten Typen stehen zwei andere: die Mollusken oder Weichthiere und die Gliederthiere. Sind diese beiden Zwischentypen unabhängig von einander, haben sie keine verwandtschaftlichen Beziehungen zu einander, auch keine zu den Radiaten und den Wirbelthieren? Oder giebt es irgend einen Beweis, daß ein allmählicher Uebergang durch sie hindurch von den niederen Formen in die höheren Statt hat? Um diese Fragen zu beantworten, oder vielmehr um sie vorurtheilsfrei beleuchten und nicht einseitig entscheiden zu können, müssen wir den organischen Charakter dieser Hauptabtheilungen prüfen. Sind dieselben, wie die Strahl- und die Wirbelthiere, nach einem ganz bestimmten Organisationsplane angelegt und entwickelt sich derselbe bei allen in demselben gesetzmäßigen Gange. Die Thatsache, daß die Naturforscher über die Gränzen dieser beiden Gruppen weniger übereinstimmen als hinsichtlich der anderen, könnte der Vermuthung Raum geben, als ob deren innerer Bau weniger klar abgegränzt wäre. Wir werden jedoch sehen, daß diese Meinungsverschiedenheit nur wenige noch nicht vollständig und gründlich bekannte Vertreter dieser Gruppen betrifft, und daß, wie beim

Amphioxus ihre recht verstandene Anatomie, und ihre Entwicklung die wahre Verwandtschaft aufklären wird.

Die Abtheilungen der Gliederthiere.

Die Gliederthiere werden in drei Klassen eingetheilt: Crustaceen oder krebsartige Gliederthiere, und in Insekten und Würmer. Ueber die Gränzen der beiden ersten Klassen bestehen keine Zweifel. Ganz allgemein oder schematisch dargestellt besteht der Körper der Gliederthiere aus einem hohlen Cylinder, welcher selbst aus einer Reihe beweglich mit einander verbundener Ringe zusammengesetzt ist und in symmetrischer Anordnung an beiden Seiten gegliederte Fortsätze als Gliedmaßen zur Ortsbewegung trägt. Ob nun diese Ringe in der ganzen Länge des Körpers einander gleich sind wie bei dem Wurm; oder ob die vorderen mit einander zu einem gemeinsamen Schilde oder Panzer verschmolzen sind, die hinteren aber zur Bildung eines beweglichen Schwanzes frei und selbständig blieben wie bei dem Hummer und den gemeinen Krebsen, oder ob sie, wie bei den Insekten in drei verschiedene Körpergegenden, in Kopf, Brustkasten und Hinterleib gesondert sind, der allgemeine Organisationsplan erleidet durch diese verschiedenen Ausführungen keine wesentliche Aenderung. Er ist bei allen Gliederthieren derselbe; denn die An- oder Abwesenheit der Flügel, die größere oder geringere Zahl der Bewegungsorgane oder anderer äußerer Anhängsel sind oberflächliche, blos äußerliche Eigenthümlichkeiten, die dem Körperbau zu Grunde liegende Idee, d. h. der Typus bleibt wie bei den Wirbelthieren bei allen derselbe, obwohl die Theile, welche bei dem Fische die Flossen bilden, bei dem Vogel in Flügel und bei dem Menschen in Arme verwandelt sind. Obwohl nun die Naturforscher einen gemeinschaftlichen Grundplan für die Insekten, Crustaceen und die Würmer allgemein annahmen, giebt es dennoch Würmer, welchen die Gliedmaßen fehlen, weshalb man diese denn auch von den Gliederthieren trennen wollte. Ich selbst

stimme einer solchen Absonderung nicht bei. Der Unterschied liegt hier in der Zusammengesetztheit und in der Vereinfachung der Theile, keineswegs im anatomischen Bau. Der Körper eines Wurmes ohne äußere Gliedmaßen ist gerade eben so ein aus beweglichen Ringen gebildeter Cylinder, wie der Körper eines mit zahlreichen gegliederten Beinen versehenen Gliederthieres. Und hier kommt uns die Embryologie zu Hilfe. Wir finden bei allen ganz denselben Entwicklungsgang; selbst die höchste Gruppe der Gliederthiere, die Insekten, gehen durch embryonische Stadien hindurch, in denen sie keine entwickelten Gliedmaßen haben. Eine für die höheren Formen dieses Typus vorübergehende Entwicklungsstufe erscheint in den niederen thatsächlich als bleibende. Ja, die Insekten verharren längere oder kürzere Zeit in einem Wurmstadium; denn angenommen, wir wüßten nicht, daß die Raupe nur ein Abschnitt des Insektenlebens ist, wie sollten wir sie bei einer bloß oberflächlichen Betrachtung denn anders nennen als Wurm? Ihr innerer anatomischer Bau ist allerdings schon ein ungleich vollkommenerer als der der Würmer und entspricht ganz und gar nur dem der Insekten. Die embryonischen Phasen des Keimes der Gliederthiere zeigen uns nicht allein, daß dieselben eine gleiche Entwicklung haben, die Beziehung des Embryo zum Dotter führt auch zu demselben Schluß, nämlich: daß sowohl die Entwicklungsgeschichte wie der Bildungsplan für die Typen der Gliederthiere ein und derselbe ist; dies gilt für sie ganz in demselben Sinne wie für die Radiaten und für die Wirbelthiere. Ich brauche nicht auf die zwar interessanten, aber für den nicht Eingeweihten ohne unmittelbare Anschauung der Embryonen schwer verständlichen Einzelheiten der Entwicklung der Gliederthiere einzugehen, verweise hinsichtlich dieser vielmehr auf die verdienstlichen Arbeiten von Rathke, Herold, Zaddach, Weißmann. Es genüge hier die einzige Bemerkung, daß im embryonalen Gliederthiere der Dotter am Rücken liegt. Diese Eigenthümlichkeit der Embryonen unterscheidet die Entwicklung der Gliederthiere von der aller anderen Typen des Thierreiches,

und steht in directer Beziehung zu ihrer Organisation; denn der Gegensatz der Theile im Insektenkörper ist allein nur der zwischen der oberen und unteren Seite, nicht der Gegensatz von rechts und links, welche, wie wir gleich sehen werden, bei den Mollusken der bestimmende ist.

Einteilung der Weichthiere.

Die Weichthiere werden in ähnlicher Weise durch ihre Organisation wie durch ihre Entwicklung als einheitliche Gruppe charakterisirt. Auch dieser Typus löst sich in drei Klassen auf: in die Cephalopoden (Dintenfisch, Calmar, Nautilus, Argonauta u. a.), in die Gasteropoden oder eigentlichen Schnecken (alle einschaligen Weichthiere wie die Weinbergs- und Gartenschnecke, aber auch die nackten Weg- und Acker Schnecken) und in die Acephalen (alle zweiflappige Muscheln wie die Mies-, Perl-, Fluß- und Teichmuscheln). Der Körper aller ist weich und großer Ausdehnung und Zusammenziehung fähig. Hätte ich Zeit in anatomische Einzelheiten einzugehen, so könnte ich Ihnen leicht zeigen, daß die wesentlichen Eigenthümlichkeiten bei Allen übereinstimmende sind, so verschieden ihr Außeres auch erscheint. Von den Strahlthieren zeichnet sich diese Gruppe auffallend dadurch aus, daß sogar ihre niedersten Repräsentanten eine bilaterale Anordnung haben. Bei den Strahlthieren giebt es keinen Gegensatz von oben und unten, von rechts und links, von vorn und hinten. Alle Theile des Radiatenleibes sind strahlig um eine verticale Achse geordnet und dies zeigt sich sogar schon im Embryo. Gleich nach Vollendung des Furchungsprozesses zeigen die Zellen die Neigung an der Oberfläche sich zu gruppiren und einen kugelförmigen Hohlraum zu umschließen. Die Weichthiere dagegen ordnen ihre Organe anstatt dieselben von einem gemeinsamen Mittelpunkte ausstrahlen zu lassen auf beide Seiten einer Längsachse und stellen sie in den Gegensatz von rechts und links, der das Wesen der Symmetrie

kennzeichnet. Auch die Entwicklungsgeschichte ist bei den Weichthieren eigenthümlich. Der Keim absorbirt die ganze Dottermasse nicht auf dem Rücken des Körpers, wie es bei den Gliederthieren der Fall ist, sondern an der Bauchseite. — In ihrem anatomischen Bau wie in ihrer Entwicklungsgeschichte sind diese vier Typen, Strahlthiere, Weichthiere, Gliederthiere und Wirbelthiere, so ganz verschieden von einander, daß wir Anlage, Bau und Entwicklung eines jeden durch ein allgemei-

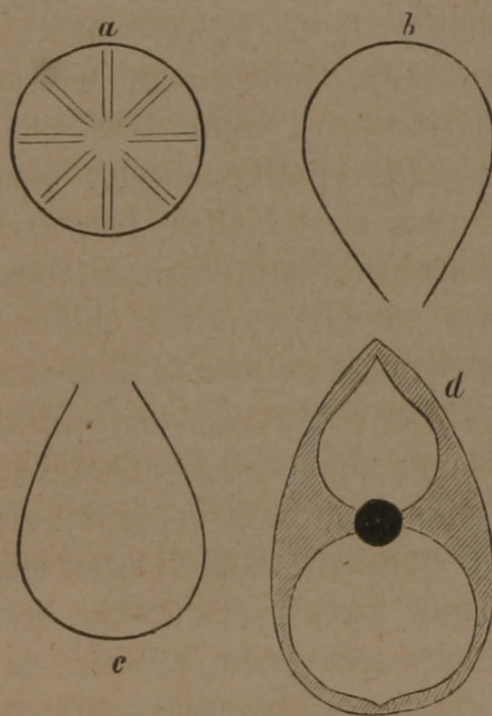


Fig. 50. Schematische Darstellung der vier Typen.
a Strahlthier. b Weichthier. c Gliederthier. d Wirbelthier.

nes Schema skizziren können. Ein kugliger bis scheibenförmiger Körper mit mehr als zwei strahlig um eine senkrechte Achse geordneten und einander gleichen Theilen giebt uns das Schema aller Strahlthiere. Ein weicher, contractiler Körper, der aus nur zwei sich wie rechts und links zu einer Längsachse verhaltenden Hälften besteht, stellt das Schema aller Weichthiere dar. Ein hohler, cylindrischer, aus einer Reihe hintereinander liegender beweglicher Ringe bestehender Körper ist das allgemeine

Bild aller Gliederthiere. Ein Körper endlich mit knöcherner Achse, mit knöchernem Gewölbe über und unter derselben zur Bildung zweier verschiedener Höhlen giebt das Schema der Wirbelthiere.

Die Geschichte der systematischen Zoologie scheint meist ein trockener Gegenstand zu sein, und doch ist sie sehr lehrreich, ja interessant; sie zeigt uns den Weg, auf welchem die Grenzen jener Hauptgruppen allmählig erkannt worden sind. Als Linné sein „Systema naturae“ herausgab, theilte er die Thiere in sechs Klassen — wie er es nannte — Säugethiere, Vögel, Amphibien, Fische, Insekten und Würmer. Vier dieser Gruppen, Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische, sind in den ihnen damals gegebenen Umfange bis heute erhalten worden und gelten als die vier Klassen oder Entwicklungsstufen des Wirbelthier- oder Vertebratentypus. Aber die von Linné aufgestellten Klassen der Insekten und Würmer erwiesen sich als Gruppen sehr verschiedenartiger Thiere, welche weder nach ihrem anatomischen Baue noch nach ihrer Entwicklung als zusammengehörig erkannt worden sind und deshalb ganz anders gruppiert werden. Sie waren mehr durch negative als durch positive Charaktere vereinigt. Alle Thiere ohne Rückgrat und ohne gegliederte Beine wurden nämlich zu den Würmern verwiesen und die mit gegliederten Beinen in eine besondere Gruppe vereinigt, welche den Namen Arthropoden oder Gliederfüßler erhielt. — In einer kurzen, 1812 zu Paris veröffentlichten Abhandlung beleuchtete Georg Cuvier jene Klasse der Würmer, und äußerte hierbei ein für die Wissenschaft bedeutungsvolles Wort. Er war der Erste, der es aussprach, daß man die Thiere nicht nach der Anzahl ihrer Theile, oder nach ihrer äußeren Erscheinung vereinigen dürfe, sondern nach ihrem anatomischen Bau oder ihrem Organisationsplane. Er zeigte, daß die von Linné als Würmer zusammengestellten Thiere nicht alle nach demselben Plane organisirt sind, und theilte sie demgemäß, so weit er sie damals anatomisch untersucht hatte, nach den wesentlichen Eigenthümlichkeiten ihres inneren Baues ein.

Nach demselben stellte er den größeren Theil jener Würmer mit den Insekten und den Crustaceen zusammen; aber eine gewisse Stellung der Fühler vorn am Körper, die sehr einfache Organisation, und der gänzliche Mangel an Gliedmaßen verleiteten ihn, seine eigenen Principien zu vergessen und einige wahre Würmer zu den Strahlthieren zu versetzen. Hiermit räumte er der Einfachheit des Baues und den äußeren Merkmalen eine höhere Bedeutung ein als dem eigentlichen Organisationsplane. Er selbst war wirklich noch etwas durch die Methode beeinflusst, die er kritisirte; sein Princip war ein so völlig neues, und der früheren Methode der Classification so entgegengesetzt, daß er es nicht mit der erforderlichen Strenge und ohne einzelne Verirrungen durchzuführen vermochte, dessenungeachtet war er es, der zuerst vier verschiedene Typen in der Entwicklung des thierischen Organismus als ganz natürlich begründete nachwies: Wirbelthiere mit einer centralen Säule und je einer Höhle über und unter derselben; Gliederthiere mit walzigem, aus einzelnen beweglich verbundenen Ringen bestehenden Körper mit nur einer Höhle; Weichthiere mit weichem Körper und nur einer Höhle, in welcher die Organe jederseits also paarig angeordnet sind; endlich Strahlthiere, deren Theile strahlig um eine Mitte geordnet sind. Aber während Cuvier das Princip seiner Classification so klar und bestimmt darlegte, daß es allen späteren Untersuchungen zur Richtschnur diente, war er, wie schon gesagt, sich selbst nicht treu. Weil die Weichthiere im Allgemeinen durch ein Gehäuse geschützt sind, so reihte er sie den Cirripediern ein, welche allerdings auch ein Gehäuse besitzen, aber ihrem ganzen inneren Bau nach zu den Gliederthieren gehören; und die Bryozoen, die wirklich Weichthiere sind, brachte er zu den Strahlthieren.

System der Classification.

Ungefähr um dieselbe Zeit, als Cuvier die Thiere nach ihrem anatomischen Bau zu ordnen unternahm, war Karl Ernst

v. Bär, ein deutscher Naturforscher, beschäftigt dasselbe nach ihrer Embryologie durchzuführen; und es überrascht, so einfach und naturgemäß uns es jetzt bei dem ungleich ausgedehnteren Wissen auch erscheint, — daß seine auf die Entwicklung der Thiere gegründete Klassification genau zu demselben Resultate führte, wie die von Cuvier auf den anatomischen Bau begründete. Beide kamen also auf verschiedenen Wegen zu ganz demselben Ziele. Ich will damit nicht sagen, daß sie in untergeordneten Einzelheiten nicht verschiedene Ansichten äußerten, und läugne auch nicht, daß v. Bär, obwohl er durch seine Beobachtungen einige Mißgriffe Cuvier's berichtigte, z. B. die Bryozoen zu den Weichthieren stellte, doch in der Begränzung seiner Gruppen nicht auch einige Irrthümer sich hätte zu Schulden kommen lassen. Aber er gelangte zu dem sehr wichtigen Resultate, daß die Cuvier'schen Wirbelthiere ein und denselben Entwicklungsgang von der ersten Anlage des Embryo im Ei bis zur vollendeten Ausbildung durchmachen, und daß auch die Gliederthiere, Weich- und Strahlthiere jede Gruppe für sich ein und dieselbe Entwicklungsgeschichte hat.

Aber die leichten Versehen, welche beide große Reformatoren in der Durchführung ihrer so neuen und so faßlichen Methoden machten, haben unglücklicherweise auf den weiteren Fortschritt unserer Wissenschaft einen hemmenden Einfluß geübt. Die ermittelten Irrthümer verleiteten minder befähigte Forscher zu übertriebener Kritik, ja zu Tadel, und führten schließlich zu einer gänzlichen Zersetzung ihrer Klassification; ja sogar zur Verläugnung des Principes, auf welches dieselbe begründet war. In neuester Zeit sind einige Naturforscher geneigt, dem Organisationsplane und der embryologischen Entwicklung Werth und Bedeutung für die Feststellung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Thiere abzusprechen. Das ist ein sehr gefährlicher Irrthum, zum Theil aus unserem vermehrten Wissen entsprungen. Der durch die vergleichende Anatomie in den letzten dreißig Jahren gemachte Fortschritt brachte uns eine solche Fülle anatomischer Einzelheiten, daß in der Masse der

speciellen Merkmale die weiten allgemeinen Umrisse verloren gegangen sind. Innere und tiefbegründete Beziehungen verbergen sich unter specifischen Unterschieden, und auf bloß äußerliche, aber auffällige Eigenthümlichkeiten werden untergeordnete Gruppen zu Hauptabtheilungen erhoben. Dieses Streben, alle Thiere nach bloß vereinzelter Ähnlichkeit, anstatt nach dem allgemeinen Organisationsplane zu gruppiren, führte zur raschen Vermehrung der Hauptabtheilungen. Anstatt der vier Haupttypen nahmen diese neuen Klassifikationen deren viel mehr an; und Ehrenberg, der hochverdiente Mikroskopiker und Meister in der bezüglichen Detailforschung, brachte ihre Zahl auf 29. Die Reaction hat sich jedoch schon geltend gemacht. Durch den Reichthum und die Neuheit der Einzelheiten weniger erdrückt fangen die Naturforscher bereits an diese Gruppen auf breiterer Grundlage wieder zu vereinigen, und die Mehrzahl unserer Untersuchungen lassen jetzt nicht mehr als sechs, sieben, höchstens acht Hauptabtheilungen zu. Diese letzten Klassifikationen schließen auch die sogenannten Protozoen ein, d. h. alle Thiere, deren Bau außerordentlich einfach, und deren Fortpflanzung wesentlich auf Selbsttheilung und Knospenbildung beruht. Diese Gruppe umfaßt auch alle Infusorien der früheren Systeme, d. h. jene mikroskopischen Thierchen, so klein und so einfach, daß ihr Bau uns kaum mehr als ein bloßer Anfang organischer Substanz erscheint, die mit Lebensfähigkeit ausgestattet, aber ohne unterscheidbare Organe für dieselbe sind. Die genaue Kenntniß dieser mikroskopischen Welt verdanken wir Ehrenberg; er hielt dieselben irrthümlich für eben so organisiert als die höchsten Repräsentanten des ganzen Thierreiches. Unter die Protozoen wurden eine Anzahl von Wesen gestellt, die einige neuere Gelehrte zu den Pflanzen zählen; außerdem waren es noch die Schwämme, über deren ware Natur — ob Thier oder Pflanze — die Meinungen der gründlichsten Forscher lange getheilt waren. Ich enthalte mich des Urtheils, weil ich keine ausreichenden eigenen Untersuchungen auf diesem Gebiete angestellt habe, aber nach den bis jetzt gewonnenen Resultaten der

jüngsten Forschungen ist die thierische Natur der Schwämme nicht mehr zweifelhaft. Unter den zweifelhaften Gruppen ist eine von besonderer Schönheit und so auffallend complicirten Baues, daß sie die Aufmerksamkeit der Naturforscher im höchsten Grade fesselt, obwohl sie, hinsichtlich der wahren Natur der Gruppe sich noch nicht geeinigt haben. Ueber diese sonderbaren Geschöpfe haben die Professoren Häckel und Carpenter die sorgfältigsten Untersuchungen, mit prächtigen Abbildungen, veröffentlicht. Im Lichte ihrer Erfolge möchte ich kaum anderer Meinung sein; und doch bleibe ich noch zögernd auf der Seite derer stehen, welche annehmen, daß gewisse niedere Pflanzen das thierische Leben täuschend nachahmen, aber dennoch nicht zu den Thieren gerechnet werden können, obgleich sie augenscheinlich sogar willkürliche Bewegung zeigen, und Gefühlsvermögen zu haben scheinen, was doch sonst als ausschließlicher Charakter der Thiere gilt!

Begründung der auf den Organisationsplan gestützten Klassification.

Ueber die Auflösung des Radiatentypus und Errichtung einer Hauptabtheilung für die Echinodermen und die Vereinigung der Quallen und Polypen unter dem Namen der Coelenterata, habe ich mich schon früher ausgesprochen und gezeigt, daß dieselben wegen des, wie ich glaube, natürlichen Principes der Klassification nicht getrennt werden können; denn sie gehören nach ihrer ganzen anatomischen Anlage und nach ihrer Entwicklung eng zusammen. Aus ganz demselben Grunde gehören auch die Würmer mit den höheren Gliederthieren in ein und dieselbe Hauptgruppe, obgleich sie viel einfacher und unvollkommener in ihrer Organisation sind als die Insekten und Krebse. Diese mangelnde Uebereinstimmung in unseren Methoden, nach welcher uns heute der Organisationsplan ein ander Mal die Complicirtheit des anatomischen Baues als leiten-

des Princip dient, hat zu der gegenwärtigen, sehr bedauerlichen Zerfahrenheit und Verwirrung auf dem Gebiete der systematischen Naturgeschichte geführt. Meiner Ansicht nach müssen wir den einen Typus als leitenden wählen, über welchen kein Zweifel herrscht, dessen Umgränzung eine vollkommen natürliche ist. Niemand wagt es den Typus der Wirbelthiere darum aufzulösen, weil einige seiner Glieder einen viel zusammengesetzteren anatomischen Bau haben als andere. Wenn wir aus diesem Grunde den Vertebratentypus trennten, so würden wir anstatt dieser einen Hauptgruppe sehr viele erhalten. Aber das Rückgrat und die beiden über und unter demselben befindlichen Höhlen werden als das Gerüst, auf welchem der ganze Typus sich aufbaut, angenommen, und alle nach diesem sehr charakteristischen Plane organisirten Thiere werden auch durch ihre Entwicklung als eine einheitliche Gruppe gekennzeichnet. Wenn wir dieses Klassificationsprincip im ganzen Thierreiche durchführen, so sind wir genöthigt die Würmer zu den höherstehenden Gliederthieren, die Bryozoen (Mooskorallen) und Ascidien zu den Weichthieren, die Echinodermen zu den Strahlthieren und die Urthiere oder Protozoa, als die durch einfachste Organisation und nicht durch anatomischen Bau und Entwicklung charakterisirte Gruppe unter die übrigen Typen zu vertheilen.¹

¹ Diese schon längst von Agassiz ausgesprochene Ansicht, daß die Protozoen als die einfachsten Thiere, im Besonderen die eigentlichen Infusorien, die Rhizopoden und die Polychetinen keine selbstständige Hauptgruppe des Thierreiches bilden, sondern als Brut oder vorübergehende Entwicklungsstufen den anderen Abtheilungen zuzuweisen seien, hat sich den Beifall der Systematiker nicht erwerben können. Die Protozoen, so weit sie gründlich bekannt sind, sind ebenso gut selbstständige, in ihrer Einfachheit vollendete Thiere wie die Radiaten, Articulaten, Mollusken und Vertebraten; als einfachste Thiere ohne besondere Organe für die Ernährung, Fortpflanzung, Bewegung und Empfindung sind sie die unvollkommensten, hinsichtlich ihrer Form irregulär, ohne ein bestimmtes allgemeines Schema, während den vier anderen Hauptgruppen je ein ganz bestimmtes Schema in der Anlage und Ausführung zu Grunde liegt.

— Und so kehren wir zu den von Georg Cuvier und R. G. v. Bär zuerst begründeten vier Haupttypen zurück; nur mit einigen geringfügigen Abweichungen und Verbesserungen, zu welchen unsere umfassenderen und gründlicheren Kenntnisse der Thiere nöthigen.

Nur durch anatomische, und zugleich embryologische Untersuchungen konnten wir unsere Klassification sicher begründen und dürfen hoffen, dies noch fortzuführen. Hierbei aber muß ich beharren, weil gerade gegenwärtig unter den jüngeren Naturforschern die Neigung vorherrscht, die Abstammung als die Grundlage einer natürlichen Klassification in erste Linie zu stellen, indem man es ganz ohne Weiteres für ausgemacht hält, daß die gegenwärtig unter den Thieren bestehenden Verwandtschaften bloß die Wirkung gemeinsamer Abkunft sind. Aber ganz aufrichtig gestanden: wir wissen von diesem gemeinsamen Ursprunge gar nichts Thatsächliches und tappen mit ihr in völliger Dunkelheit, in welcher nur die Phantasie herrscht! Wohl mag noch eine Zeit kommen, welche uns etwas über denselben lehrt, und die Paläontologie, welche die Aufeinanderfolge der jetzt lebenden Vertreter vergangener Zeitperioden ermittelt, wird vielleicht einige Aufklärung in dieses Dunkel bringen. Unsere gegenwärtige gesammte Kenntniß von den wahren Verwandtschaften der Thiere beruht lediglich und ganz ausschließlich auf anatomischen, physiologischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen, keineswegs aber auf genealogischen.

Die Entwicklung aus dem Ei.

Demnach hätten wir also keine wahre Entwicklung in der Natur und könnten nichts auf die Vorältern zurückführen? Doch nein. — Wir haben gesehen, daß alle Thiere Eier erzeugen, und diese Eier wiederum Keime entwickeln, aus welchen, durch eine endlose Reihe allmählicher Wandlungen und Veränderungen Geschöpfe hervorgehen, die mit ihren Erzeugern

identisch sind. Unsere heutigen Mittel zur Beobachtung und Untersuchung sind so vollkommen, daß wir die Bildung der Zellen, aus denen das neue Thier sich entwickelt, genau verfolgen können. Wir wissen, daß der einzige, innerhalb des Eies vorgehende Proceß zur Bildung von Zellen, und zur Modification derselben führt, so daß eine Differenzirung der Substanz eintritt, die in der Entstehung eines so vollkommenen Organismus wie der des Menschen, oder eines so einfachen, wie der eines Polypen endet. Wir können dieser Entwicklung Schritt für Schritt folgen und den Proceß der Selbstbildung durch alle Stadien begleiten. Ich habe eine Art Weißfisch gezogen, der 70 Tage zu seiner Entwicklung bedarf, und dessen Ei so durchsichtig und klar ist, daß man darin die einzelnen Zellen unterscheiden, und der Veränderung und Neubildung anderer Zellen durch die manichfaltigen Combinationen und Beziehungen hindurch folgen kann, bis der ganze, zusammenge setzte Organismus: Knochengerüst, Muskeln, die Organsysteme der Empfindung, Athmung, des Kreislaufes und der Verdauung vollkommen entwickelt sind. In einem Falle hatte ich ein Ei 68 Tage lang unter dem Mikroskop, und folgte ohne Unterbrechung all' jenen Veränderungen, bis der junge Fisch ausschlüpfte. Es giebt also doch eine Entwicklung in der Natur, eine Entfaltung der organischen Elemente zu immer höherer Vollkommenheit von den einfachsten Verhältnissen im Ei an. Sorgfältige und gründliche Forschung hat gar manchen sich einschleichenden Irrthum beseitigt. Einer der wichtigsten Erfolge der v. Bär'schen Untersuchungen lehrt, daß die alte Idee der Einschachtelung, d. h. daß Keime von Generation auf Generation in einander geschachtelt seien, also das heute geborene Thier schon in seinem allerersten Erzeuger enthalten gewesen sei — eine völlig unbegründete, durchaus falsche ist. Nur die sorgfältige Beobachtung kann derartige Irrthümer aufklären, und so lange uns die Geschichte des Eies keinen Grund zur Vermuthung giebt, daß das letzte Endziel aller Metamorphose, nämlich: die Entstehung eines neuen, der Mutter glei-

chen Wesens, Störung erleidet, und daß alle aus Eiern entstandene Geschöpfe identisch mit ihren Aeltern sind, oder durch einander folgende und in ihrer Wiederkehr unabänderliche Wechsel hindurch stets zur Stammform zurückkehren — so lange, sag' ich, berechtigt nichts zu der Annahme, daß die Verschiedenheit der Thiere durch eine bloß graduelle Abweichung von ihrem ursprünglichen Typus zu Stande gebracht wird. Wie wenig wir auch von jener Verschiedenheit begreifen mögen, — sie kann vom wissenschaftlichen Standpunkte aus nicht einer Ursache zugeschrieben werden, von welcher wir nichts wissen, und von deren Existenz überhaupt wir noch nicht den geringsten Beweis haben.

Zwölfte Vorlesung.

Der bewußte Geist der Schöpfung.

Professor Agassiz behauptet mißverstanden zu sein. — Mangelnder Beweis der Evolutionstheorie in zugestandenen Thatsachen embryonischer Aehnlichkeit. — Die Schöpfung das Werk des Geistes und nicht ein Produkt physischer Gesetze.

In dieser Schlußvorlesung im gegenwärtigen Cursus beabsichtige ich nicht nur die früheren übersichtlich zusammenzufassen, sondern zugleich eine Einleitung zu den Vorlesungen zu geben, welche ich im nächsten Herbst über die allmähliche Aufeinanderfolge aller organischen Wesen zu halten gedenke. Sie gestatten mir wohl die Bemerkung, daß diese Vorlesungen keine Compilation aus bereits veröffentlichten wissenschaftlichen Schriften waren; ich habe vielmehr versucht, Ihnen die Resultate der neuesten Forschungen zu bieten, welche noch nicht in Hand- und Lehrbüchern mitgetheilt worden sind. Sehr Vieles habe ich aus meinen eigenen Untersuchungen geschöpft, und indem ich heute diesen Punkt berühre, kann ich es nicht unterlassen, ein Wort über mich selbst zu sagen.

Ich hatte das besondere Glück, schon sehr frühzeitig in meinen wissenschaftlichen Bestrebungen zu allgemeinen Gesetzen und Ideen zu gelangen, welche bei den Fachgenossen allgemeine Anerkennung und beifällige Aufnahme fanden, und die, eigenthümlich genug rücksichtlich meiner eigenen Stellung zu dersel-

ben, als Stütze der Transmutationslehre verwendet worden sind. Um Ihnen zu zeigen, daß ich keine leere Behauptung ausspreche, darf ich Ihnen wohl Auszüge aus einem „De l'Origine du monde organique“ betitelten Werke mittheilen, welches Professor Martins, Director des botanischen Gartens in Montpellier, einer der angesehensten Männer der Wissenschaft in Frankreich, kürzlich herausgegeben hat. Er spricht von den Forschern, die den Grund zu dem gegenwärtigen hohen Stande der Naturgeschichte gelegt haben, nennt eine Reihe der hervorragendsten aus dem Anfange dieses Jahrhunderts, und fährt dann zur neuesten Zeit übergehend fort:

„Ein anderer Vorläufer der modernen Wissenschaft ist Louis Agassiz. Die Resultate v. Bär's erweiternd und fruchtbringend verwendend, hat derselbe nachgewiesen, daß die geologische Entwicklung des thierischen Organismus der embryonalen parallel geht. Während die gegenwärtig lebenden Thiere viele Entwicklungsstufen durchmachen, folgten die vorweltlichen im Laufe der vergangenen geologischen Perioden einander in entsprechender Weise. Die ältesten fossilen Formen haben eine einfachere Organisation als die späteren; und diese von Agassiz zuerst erkannte Wahrheit hat mehr als irgendeine andere die Geschichte der Schöpfung aufgeklärt, und die Generalisation eingeleitet, durch welche das Ganze überhaupt erst verständlich werden kann.“¹⁾

An einer anderen Stelle sagt derselbe Autor:

¹⁾ Diese Auffassung der vorweltlichen Thierschöpfungen habe ich als die einzig richtige und natürlich begründete meinem System der Paläontologie (Paläozoologie. Merseburg 1845 und Allgemeine Paläontologie. 2. Aufl. Leipzig 1851. 8°) zu Grunde gelegt und für die einzelnen geologischen Perioden bis auf die Gattungen und Arten hinab durchgeführt. Dies ist bis jetzt noch die einzige specielle Darstellung der geologischen Entwicklungsgeschichte des thierischen und pflanzlichen Organismus mit steter Berücksichtigung des Parallelismus der Entwicklungsreihe in der Gegenwart.

„Wir können die Frage zusammenfassen und sagen, daß, mögen wir nun mit R. E. v. Bär die Entwicklung des Thieres im Mutterleibe verfolgen, oder mit Darwin und Häckel vom niedersten zum vollkommensten lebenden Wesen aufsteigen, oder mit Agassiz den in der langen Reihe der geologischen Formationen zerstreuten Fossilien nachgehen, wir immer Parallelen und Analogieen studiren, deren Untersuchung zu sich einander ergänzenden und bestätigenden Resultaten führt.“

Und specieller noch spricht Martins sich aus:

„Die ältesten uns bekannten Fische sind alle mehr oder weniger den Haien oder Rochen verwandt. Nur ihre Zähne und Schuppen, mit kleinen Theilen ihres Skeletes sind uns als Fossilreste überliefert worden. Ihre, von den jetzt lebenden Arten so sehr verschiedenen Formen erinnern an den Embryo unserer lebenden Fische. Dies ist eine, der wissenschaftlichen Welt von Agassiz zuerst verkündete Wahrheit; er bestätigte dieselbe, indem er zeigte, daß der junge Lepidosteus, jener eigenthümliche Süßwasserbewohner Amerika's, einen den Fossilien der devonischen Schichten auffallend ähnlichen Schwanz besitzt. Hier berühren wir, so zu sagen, den Parallelismus zwischen der paläontologischen und embryonischen Entwicklungsreihe. Ein reifer Fisch der devonischen Epoche steht auf derselben Organisationsstufe mit dem Embryo einer lebenden Art. Beide sind aus identischen Eiern hervorgegangen; nur daß der fossile Fisch der ältesten Periode unserer Erde in der Entwicklung zurückblieb. Er bewahrte seine embryonische Form, während der jetzt lebende Fisch in der Entwicklung fortschritt und in der Reihe der thierischen Mannichfaltigkeit einige Stufen höher sich erhob.“

Wie Sie sehen, sind meine Forschungsergebnisse hier ohne Rückhalt anerkannt; aber sie werden gerade als wesentlich die Transmutationslehre begründend genommen.

Embryonische Aehnlichkeit kein Beweis für die Abstammung.

Wie kommt es denn nun, daß zwischen meinen Ansichten und denjenigen der Anhänger grade jener Lehre ein so vollständiger Antagonismus besteht? Einfach, weil ihre Auffassung auf eine bloß eingebildete Identität zwischen Naturerscheinungen sich stützt, welche nach unserem gegenwärtigen Wissen gar keinen materiellen Zusammenhang in der wirklichen Natur haben, noch haben können. Es ist, wie in dem oben erwähnten v. Werke Martins angeführt wird, nicht zu läugnen, daß die im Ei beobachtete Reihe der Umänderungen ganz im Allgemeinen mit der Aufeinanderfolge der Thiere in den geologischen Perioden übereinstimmt. Embryonische Zustände der höheren Wirbelthiere der Jetztzeit erinnern uns an reife Formen niedriger Wirbelthiere in früheren geologischen Zeiten. Auf diese Thatsache gestützt wollen nun die Vertreter der Transmutationslehre folgern, daß in dem langen Laufe der Zeiten eine reale Entwicklung des Einen aus dem Anderen stattgefunden hat. Aber die embryonischen Zustände der höheren Wirbelthiere erinnern uns ganz ebenso lebhaft auch noch an reife Formen der niederen, gegenwärtig lebenden Wirbelthiere; ja sie ähneln diesen ihren Zeitgenossen in eben dem Grade und auch in derselben Weise, wie sie den fossilen Formen analog erscheinen. Dürfen wir daraus nun folgern, daß, weil ein Hühnchen oder ein Hund unserer Tage auf einer gewissen Stufe seiner Entwicklung gleichsam einem ausgewachsenen Knorpelfisch ähnelt, daß, sage ich, Hühner und Hunde jetzt unmittelbar aus Fischen sich entwickeln werden. Wir wissen recht wohl, daß das nicht geschieht, nicht geschehen kann, und dennoch ist die Beweisführung genau dieselbe, auf welche die Vertheidiger der Transmutationslehre diese ihre Theorie so plausibel zu stützen pflegen. Das wirklich Wahre in dieser Angelegenheit ist, daß, während eine theilweise Darstellung der Thatsachen jene Theorie zu rechtfertigen scheint, eben diese Thatsachen in ihren wirk-

lichen Zusammenhange genommen und ohne vorgefaßte Meinung gedeutet, die Theorie durch zu viele Beweise nur haltlos machen. Sie beweisen ganz klar und bestimmt, daß wir die zwischen den fossilen Thieren bestehenden und die vermeintliche directe Abstammung bekundenden Beziehungen auch unter den jetzt lebenden finden, wo sie aber nicht das Geringste mit der Abstammung zu thun haben.

Ferner ist ausgemacht, daß die individuellen Entwicklungsreihen (d. h. die aufeinander folgenden Veränderungen im Ei), und die zeitlichen Entwicklungsfolgen (d. h. das allmähliche Auftreten der Thiere in dem einander folgenden geologischen Perioden) dieselbe Bedeutung haben; sie bieten eine ganz überraschende Uebereinstimmung. Aber es giebt ja auch noch andere Entwicklungsreihen in der Natur, welche diesen parallel und von gleicher Wichtigkeit sind; die Reihenfolge der lebenden Thiere nach ihrer Dignität, nach den Graden ihrer Vollkommenheit, von der ich schon gesprochen habe. Ich meine damit die Entwicklungsstufen der gegenwärtig lebenden Wirbelthiere. Die Fische sind offenbar die unvollkommensten unter ihnen, beginnen also die Reihe der Wirbelthiere; die nächst höhere Entwicklungsstufe nehmen die Amphibien ein, vollkommener als beide sind dann die Vögel organisirt und die Säugethiere mit dem Menschen an der Spitze sind die vollendetsten Wirbelthiere, die am vollkommensten organisirten Thiere überhaupt. Die Entwicklungsstufen eines jeden Säugethieres während des embryonalen Lebens erinnern an diese Stufenfolge, die Klassen der Wirbelthiere bedeuten in der That Entwicklungsstufen des Vertebratentypus. Der Säugethierembryo durchläuft ein Fisch- und ein Amphibienstadium bevor er die entschiedenen Säugethiercharaktere erhält. Aber deshalb dürfen wir doch noch nicht annehmen, daß heutzutage ein Vierfüßler aus einem Fische sich entwickelt, wir behaupten das aus dem einfachen Grunde nicht, weil wir unter den Säugethieren und Fischen leben und wissen, daß dergleichen geradezu unmöglich ist. — Aber Aehnlichkeiten derselben, durch geologische Perioden getrennten Gattungen,

erlauben der Einbildungskraft und den nicht durch Beobachtung beschränkten Hypothesen einen weiten Spielraum.

Die Stufenfolge der Thiere nach ihrer Dignität.

Sowohl in den weiteren wie in den engeren Gruppen treten im ganzen Thierreich Dignitätsunterschiede, verschiedene Grade in der Vollkommenheit des anatomischen Baues hervor. Wir finden solche Unterschiede im Thierreiche als einheitliches Ganzes genommen und ebenso in jeder kleineren Abtheilung desselben. Diese Abstufung im weitesten Sinne möchte ich zuerst allgemein erläutern. Wohl niemals sind die Strahlthiere mit den Wirbelthieren auf dieselbe Entwicklungsstufe gestellt worden. Alle Naturforscher stimmen darin überein, erstere als niedersten Typus des Thierreiches, die Wirbelthiere dagegen als den höchsten anzusehen. Die Gliederthiere und die Weichthiere stellen Alle zwischen jene beiden Typen. Einige jedoch betrachten dieselben als gleichartig, während Andere, je nach dem relativen Werthe ihres Baues die Weichthiere für unvollkommener als die Gliederthiere, oder auch umgekehrt, diese für minder vollkommen als jene halten. Alle aber erkennen eine gewisse Beziehung zwischen diesen großen Abtheilungen der Thierwelt an. Lassen Sie uns noch einen Schritt weitergehen. Auch unter den Strahlthieren finden wir bei näherer Vergleichung verschiedene Grade der Vollkommenheit. Bei den Polypen, der niedersten Klasse, stehen die fahlen, nackten und einfachen Formen, z. B. die Seeanemonen unter den Steinkorallen; und unter den letzten stehen wieder die Madreporen in ihrer Organisation höher als die anderen Gruppen. Unter den Acalephen oder Quallen als der zweiten Klasse der Strahlthiere, haben wir die Hydroiden, so einfach in ihrem Bau, daß wenn wir nicht die Quallen aus ihnen sich entwickeln sähen, wir sie vielmehr den Polypen als jeder anderen Gruppe einreihen würden; oder die Discophoren, zu denen die großen

scheibenartigen Quallen gehören; oder auch die Stenophoren, Thiere von höchster Zartheit und Schönheit und von complicirterem Bau als die Discophoren und die Polypen. — Höher organisirt als die Quallen sind dann die Echinodermen oder die Seesterne, Seeigel und die Holothurien untereinander wieder durch allmählig vollkommeneren Bau, stufenweise von den Crinoiden durch die Schlangensterne, Seesterne, Seeigel zu den Holothurien aufsteigend. Ganz dasselbe Verhältniß kehrt in der überaus manichfaltigen und großen Reihe der Weichthiere wieder. Wir theilen sie nach ihrem einfachen bis vollkommenen Bau ein, als unvollkommenste Stufe die Acephalen oder Weichthiere ohne Kopf wie die Auster, Tschuscheln und alle zweischaligen Muscheln betrachtend; daran reihen sich als nächst vollkommene Stufe die Gasteropoden oder Einschaler mit ihrer unübersehbaren Manichfaltigkeit der spiralen, kegelförmigen und gewundenen Gehäuse, endlich als höchst organisirte Gruppe die Cephalopoden oder Kopffüßer, Nautilus, alle gekammerten Gehäuse und die nackten Dintenfische. So mit den Gliederthieren. Der oberflächlichste Beobachter muß die Stufenfolge zwischen dem einfachen Wurme, dem vollkommeneren Krebse und dem noch höher organisirten Insekt bemerken. Die bezügliche Reihenfolge der Wirbelthierklassen ist so allgemein bekannt, daß ich Sie nicht daran zu erinnern brauche; und nehmen wir irgend eine dieser Klassen für sich, so treffen wir auch in jeder wieder entsprechende Stufen allmählicher Vervollkommnung im Bau; d. h. Fische, Amphibien, Vögel und Säugethiere können nach ihrem speciellen anatomischen Bau, der einfach bis vollkommen ist, in verschiedene Gruppen aufgelöst werden. Diese Dignitätsstufen oder Grade der allmählichen Vervollkommnung des thierischen Organismus je nach dem anatomischen Bau erkennt jeder Zoologe an, und sie ist, wie ich zeigte, keine einfache, sondern sie umfaßt endlose, auf charakteristische Eigenthümlichkeiten begründete, kleinere Reihen.

Die Dignitätsstufen der Organisation entsprechen den individuellen Entwicklungsstufen.

Wenn ich soeben von Dignitätsstufen oder allmählicher Vervollkommenung des thierischen Organismus sprach: so bezog ich mich damit nur auf die reifen Thiere. Aber wir haben ganz Aehnliches in den Entwicklungsstufen der Individuen, d. h. in den allmählichen Veränderungen, denen die Thiere von der Zeit an sich unterwerfen, in welcher ihre ganze Körpermasse nur eine Anhäufung von Dotterzellen ist, die sich dann zur Bildung des Keimes auf dem Dotter verbinden und, nachdem sie die verschiedenen Phasen, aus welchen das neue Geschöpf sich entwickelt, durchlaufen haben, schließlich zu der Bildung eines vollkommen ausgewachsenen, lebenden Thieres führen. Wir fanden in jedem Typus einen eigenen, seine Einheit befundenden Entwicklungsgang. Alle Strahl-, Weich-, Glieder- und Wirbelthiere entwickeln sich je innerhalb ihres eigenen Typus, nach einem ihnen vorgeschriebenen Geseze und bis zu einem gewissen Punkte, in welchem die Charaktere je der Klasse, der Ordnung, der Familie sich geltend machen, zeigen sie ihren typischen Charakter, d. h. was ihnen als Vertreter ihres Typus zukommt, aber Nichts, was sie als die Glieder irgend einer besonderen Gruppe innerhalb jenes Typus charakterisirt. Doch innerhalb jeder solchen allgemeinen Entwicklungsreihe unterscheiden wir noch untergeordnete, schärfer charakterisirte Entwicklungsreihen. Die Wirbelthiere haben einen ihnen eigenthümlichen Entwicklungsgang und dieser ist sich so gleich, daß wir gesehen haben wie schwer es ist, den menschlichen Embryo von dem irgend eines Säugethieres zu unterscheiden. Aber innerhalb der allgemeinen Wirbelthierreihe haben wir kleinere, enger begränzte Stufenreihen, in welchen der Hund, der Hirsch, das Meerschweinchen und andere Gruppen der Wirbelthiere sich entwickeln. So auch die Vögel. Ihre Entwicklung erinnert uns im Ganzen auffallend an die Vierfüßler und doch haben sie ihre unabänderliche, specifisch eigenthümliche Entwicklung, welche schließlich ihren Charakter als einer be-

sonderen Familie der Vögel bestimmt. Bei jenen Thieren, deren Embryologie gründlich studirt worden ist, blieb der Forscher hinsichtlich der allgemeinen Verwandtschaft nicht im Ungewissen, denn das Endresultat läßt sich schon aus dem Zusammenhange mit den vorhergegangenen Phasen erschließen, der gut unterrichtete Embryologe erkennt in allen Fällen die Eigenthümlichkeiten, welche als Vorläufer des reifen, vollendeten Baues gelten.

Betrachten wir nun all' diese Entwicklungsreihen der Wirbelthiere in gleicher Weise als ein einheitliches Ganzes, wie wir den Typus der reifen Wirbelthiere als Einheit, als eine Idee auffassen, so sehen wir beide Erscheinungen als einzelne Bilder; alle kleineren Stufen- und Entwicklungsreihen verschmolzen in eine einfache Reihe, welche Alle in sich einschließt; und wenn wir beide in dieser leicht verständlichen Weise betrachten, so können wir sie auch richtig vergleichen. Es giebt eine Zeit, in welcher der menschliche Embryo dem des Fisches so ähnlich ist, daß die Entscheidung, was hier specifisch menschlich und was specifisch Fisch ist, sehr schwierig wird. Später können wir die Vergleichung mit dem Amphibium und mit dem Vogel anstellen und die charakteristischen Merkmale werden dann später denen hinzugefügt, die mit den niederen Vertretern des Typus gemein sind. Solch eine Entwicklungsreihe, entsprechend der Stufen- oder Dignitätsreihe, erkennen wir unter den Wirbel-, den Gliederthieren, unter den Weich- und Strahlthieren. Bei aufmerksamer Vergleichung der verschiedenen Phasen der Entwicklung finden Sie, daß ein Insekt während seiner sogenannten Metamorphose zuerst die unterste Stufe der Gliederthiere, den Wurm, in seinem raupenartigen, dann die Crustacee in seinem Puppenzustande repräsentirt; die Charaktere des reifen Insektes erhält es erst mit Vollendung der Entwicklung und des Wachsthums.

Allgemeine Thatfachen für die stufenweise Vervollkommnung des anatomischen Baues.

Die Entwicklungsgeschichte jedes individuellen Gliedes der höchsten Klasse irgend eines Typus kann in gewissem Sinne als die Bildungsgeschichte des ganzen Typus angesehen werden. Bei den Gliederthieren ist dieselbe für den gewöhnlichen Beobachter deutlicher als bei jedem anderen Typus, weil die höchste Klasse ihre Entwicklung in auffällig geschiedenen Abschnitten einer zusammenhängenden Metamorphose durchläuft, aber gleich wahr ist sie bei allen. Hätte ich die Zeit, so könnte ich Ihnen im Detail z. B. die Echinodermen zeigen, wie sie während ihrer Bildung im Ei, zuerst den polypen-, dann den quallenartigen Habitus haben, und wie sie (vorausgesetzt, daß sie zu den höheren Echinodermen gehören) dann die Phasen der niederen Familien wiederholen, bevor sie ihre eigenen spezifischen Eigenthümlichkeiten annehmen. Wir können uns kurz so ausdrücken, daß die Klassen innerhalb eines Typus, die Ordnungen innerhalb jeder Klasse, die Familien innerhalb jeder Ordnung, die Gattungen innerhalb jeder Familie, und die Arten innerhalb jeder Gattung, eine mehr oder weniger deutliche Stufenfolge bei ihrem Bau zeigen. Die Embryologie der höheren Thiere jedes Typus hilft uns diese Abstufung dadurch verstehen, daß sie uns dieselbe als fortschreitende Entwicklung zeigt. Damit meine ich nicht, daß jede Embryologie in allen ihren Einzelheiten mit den entsprechenden Eigenthümlichkeiten im Bau der reifen Thiere vollkommen übereinstimmt. Wenn wir aber finden, daß ein Amphibium dem Fisch gleicht, bevor es die unverkennbaren Amphibiencharaktere erhalten hat, daß Vögel und Säugethiere vorübergehend fisch- und amphibienähnlich sind, ja, daß selbst der menschliche Embryo Phasen durchlebt, welche all' diesen niederen Gruppen entsprechen, so können wir ganz sicher sein, daß die Dignitätsstufe, auf welche wir sie verwiesen, noch ehe wir ihre Embryologie kannten,

die richtige ist, denn ihre Entwicklung bestätigte diese Einordnung.

Eine ganz entsprechende Uebereinstimmung besteht zwischen der embryonalen Entwicklung und der geologischen Aufeinanderfolge, das heißt: der Fisch war das erste auf der Erdoberfläche erschienene Wirbelthier. Dann kamen die großen Amphibien, darauf die Vögel und zuletzt erst die Säugethiere und der Mensch. Gegenwärtig wissen wir noch nicht wie weit diese Uebereinstimmungen gehen mögen, da von einer sehr großen Anzahl von Thieren die Entwicklungsgeschichte noch nicht bekannt ist; so weit aber die wissenschaftlichen Untersuchungen auf diesem Gebiete vorgedrungen sind, überall führten sie zu dem gleichen Resultate. Nehmen Sie beispielsweise die Echinodermen. Die frühesten Vertreter des Radiatenthyus waren die Erinoiden (Haarsterne, gleichsam gestielte Seesterne). Nun, die Echinodermen der Jetztzeit gehen genau durch eine unverkennbar Erinoidische Entwicklungsstufe hindurch, und ich kann noch hinzufügen, daß unter den jetzt lebenden Echinodermen eine niedrigere Gruppe existirt, deren Glieder stets auf einem Stiele befestigt sind (der Pentacrinus und ähnliche Gattungen), sodaß in diesem Beispiele die geologische Aufeinanderfolge der typischen Formen, die embryonische Entwicklung, und die durch den anatomischen Bau bestimmte Reihenfolge überraschend übereinstimmen. Ich könnte Ihnen hierfür noch verschiedene Beispiele anführen; alle diese Belege gehören aber strenggenommen meiner Vorlesung für das nächste Semester, über geologische Reihenfolge und Paläontologie an; ich würde Sie nur verwirren, wenn ich sie jetzt zu erläutern unternehmen wollte. Nur so viel wünschte ich Ihnen hier zu geben, und Ihnen die genügende Basis zu zeigen, auf welche, seit den letzten zehn oder zwölf Jahren, die lebhafteste Verhandlung der Naturforscher bezüglich der wirklichen Natur der verwandtschaftlichen Beziehungen sich stützt. Mit den Betrachtungen im Anfange dieser Vorlesung zeigte ich Ihnen, wie die Vertreter der Evolutionstheorie den Parallelismus zwischen der Entwicklungsgeschichte und der

geologischen Aufeinanderfolge zur Stütze ihrer Theorie ausbeuten. Aber selbst wenn der Parallelismus so vollständig wäre, wie jene wünschen, so wird ihr Beweis durch die That-
sache vernichtet, daß er sich auf eine stufenweise Vervollkommnung im Bau der lebenden Thiere erstreckt, und zugleich auch, wie ich Ihnen zeigen könnte, auf eine ähnliche Reihenfolge, welche die geographische Verbreitung der Thiere bestimmt.

Aber selbst wenn die Uebereinstimmung auf das allmähliche Auftreten der Thiere in den geologischen Perioden und auf die einander folgenden Phasen der Entwicklung beschränkt wäre, bewiese denn dies schon die gemeinsame Abkunft? Gäbe es irgend eine vernünftige Erklärung der Mittel, durch welche die gegenwärtige Manichfaltigkeit der Thiere zu Stande gekommen wäre? Haben wir denn irgend einen Grund zu glauben, daß der Evolutionsproceß im organischen Leben jemals von dem noch gegenwärtig unter unseren Augen vor sich gehenden verschieden gewesen wäre!

Ähnlichkeiten erscheinen als Rück Erinnerungen.

Ist denn erstens der Parallelismus zwischen diesen auf die Verwandtschaft begründeten Reihen, die so seltsam unter verschiedenartigen Umständen, aber immer mit derselben allgemeinen Bedeutung wiederkehren, wirklich so genau, daß er uns zu der Behauptung berechtigt, alle seien nur verschiedene Phasen desselben Dinges? — Es ist dieselbe Ähnlichkeit wie diejenige, welche wir durch die Idee der Einheit, der Harmonie, der Zusammengehörigkeit ausdrücken. Es ist die Aeußerung derselben Wahrheit durch denselben Geist, zu verschiedenen Zeiten; oder gleichsam die Aeußerung desselben Gedankens in verschiedenen Sprachen. Es ist eine begriffliche Einheit, nicht ein materieller Zusammenhang. Wir abstrahiren diese Beziehungen und vereinigen sie in ein einziges Bild. Dieses Bild aber ist lediglich das Product unseres Combinationsvermögens. Wir

selbst erheben die unterbrochenen Thatfachen zur *Fata Morgana*, welche von ferne gesehen, uns wie ein vollkommen verbundenes Ganze erscheint. Aber während diese allgemeinen Analogien unleugbar sind, fallen die Einzelheiten sofort haltlos auseinander, sobald wir sie auf einen materiellen Zusammenhang zu prüfen versuchen. Es ist z. B. wahr, daß der Embryo des heutigen *Lepidosteus* dem Fisch der devonischen Periode ähnelt. Diese Ähnlichkeit ist aber weiter nichts als gewissermaßen die Wiederholung eines Typus aus früheren Perioden. Der Embryo unseres *Lepidosteus* hat eine ebenso streng gesetzmäßige und unabänderliche Entwicklung wie jede andere Species. Er erinnert zwar, obwohl nur schwach, an jene alten Riesenfische, aber er entwickelt sich niemals zu irgend etwas Anderem, als zu einem solchen Fisch, wie der war, dem er selbst entstammte — einer Species von sehr bezeichnendem und unverkennbar specifischem Charakter und dem alten Typus der devonischen Zeit bei gründlicher Vergleichung aller Einzelheiten seines Baues doch sehr unähnlich. Der wesentliche Unterschied ist, daß der devonische Fisch riesige Dimensionen erreichte, im Verhältniß zu den vorübergehenden Eigenthümlichkeiten unseres *Lepidosteus*. Nehmen Sie an wir hätten keine anderen Unterschiede; entspricht denn nun die Ähnlichkeit der Thatfache, daß der eine Zustand das ganze Leben des einen, und der andere nur die embryonische Stufe des anderen Fisches umfaßt? Noch keineswegs!

Keine ununterbrochene Entwicklung der Typen.

Während wir nun ganz allgemein sagen können, daß niedrigere Formen den höheren vorausgingen, und das embryonische Entwicklung denselben Fortschritt von der einfacheren zur complicirten Organisation verfolgt, so ist es dennoch im Einzelnen nicht wahr, daß alle früheren Thiere unvollkommener organisirt waren als die späteren. Im Gegentheil; einige der niederen

Thiere erschienen unter höher organisirten Formen als sie je seitdem sich wieder gezeigt, und sind später verkümmert. So verhält es sich mit den von mir als synthetische bezeichneten Typen, welche Charaktere in sich vereinigten, die später auf verschiedene Gruppen vertheilt ihren Ausdruck fanden. Jene Darstellung der paläontologischen Thatfachen, welche das ganze Thierreich in einer ununterbrochenen Aufeinanderfolge, beginnend mit den unvollkommensten und endend mit den höchstorganisirten Thieren erscheinen läßt, ist eine Fälschung der Natur. Es giebt keine unvermeidliche Wiederholung, keine mechanische Entwicklung in der geologischen Aufeinanderfolge des organischen Lebens.

Hier haben wir Uebereinstimmung in einem zusammenhängenden Plane. Hier ist gerade jene Art von Ähnlichkeit in den Theilen, aber nur so viel und nicht mehr, als sie stets intellectuelles, aus derselben Quelle entsprungenes Wirken charakterisirt. Hier ist jene Freiheit der Rundgebung, jene Unabhängigkeit, die das Werk des Geistes, verglichen mit der Thätigkeit des physischen Gesetzes, charakterisirt. Wenn wir dieses große Epos des organischen Lebens in seiner Gesamtheit betrachten, so leicht und so manichfaltig, ja sogar spielend in der Vielheit der Erscheinungen durchgeführt, will es uns dünken, als würden wir an die große Composition eines Dichters oder Tonkünstlers erinnert, in welcher der Grundton der Fundamentalharmonie durch alle Schattirungen des Rhythmus oder des Liedes hindurchklingt. So groß ist diese Freiheit, so unähnlich der physischen Evolution, daß wir endlose Widersprüche, endlose Störungen, erstaunliche Anachronismen in jener ununterbrochen sein wollenden Reihe fortschreitender Ereignisse finden, welche von den Vertretern des Transmutations-Dogma vertheidigt wird. Thiere, welche nach der Einfachheit und Unvollkommenheit ihrer Organisation die Ahnen sein müßten, kennt man als einer späten Schöpfungsepoche angehörig; die vollkommen organisirten Typen erscheinen häufig zuerst, und die einfachen später; dieses in Hunderten von Beispielen. Wer

irgend einen Zweifel in diese meine Angaben setzt, vergleiche nur einen Grundriß der Paläontologie mit den besten systematischen Werken über Zoologie. Jene Behauptung verträgt nun einmal keine ernste Prüfung. Sie ist eben eines von jenen eingebildeten Resultaten, welche aus der Ermittlung oder Darstellung eines großen Gesetzes folgen, den Geist fesseln und ihn verführen, das für Wahrheit zu nehmen, was er so gern für wahr halten möchte.

Es könnte nun scheinen als stellte ich bloße Behauptungen ohne thatsächliche Belege auf. Ich habe wirklich auch nur Zeit zu einer allgemeinen Beleuchtung gehabt, und bin nicht im Stande gewesen, Ihnen die Fülle von Beispielen vorzulegen, die sich meinem Geiste aufdrängen. Inzwischen denke ich doch Etwas erreicht und Ihnen gezeigt zu haben, daß meine Auffassung der eigenen Forschungen doch wohl correcter ist als diejenige, in welcher die Vertheidiger der Transmutationslehre dieselben verwerthen. Ich glaube ganz bestimmt, daß all' diese Beziehungen zwischen den verschiedenen Richtungen des animalischen Lebens die Rundgebungen des Geistes sind, der vom Anfang bis zum Ende mit Selbstbewußtsein ein Ziel verfolgt. Diese Ansicht steht im Einklang mit dem Wirken unseres Geistes; sie ist die instinctive Anerkennung einer geistigen Macht, die sich uns in der Schöpfung offenbart, und die mit unserem eigenen Geiste verwandt ist.

Aus diesem Grunde mehr als aus irgend einem anderen, halte ich dafür, daß die gegenwärtige Schöpfung nicht das Resultat der Thätigkeit unbewußter organischer Kräfte sondern vielmehr das Werk einer geistigen, von Selbstbewußtsein getragenen Macht ist.

Im Verlage von **Otto Wigand** in Leipzig erschien:

Der Mensch. Sein Körperbau, seine Lebensthätigkeit und Entwicklung von Prof. Dr. C. G. Giebel. Mit 50 Holzschnitten. 8°. 470 u. 8 S. — Preis 2 Thaler.

Insecta epizoa. Die auf Säugethieren und Vögeln schmarogenden Insekten bearbeitet von Prof. Dr. C. G. Giebel. — Mit 18 color. und 2 schwarzen Tafeln. Fol. — Preis 45 Thaler.

Bei **F. A. Brockhaus** in Leipzig erscheint:

Thesaurus Ornithologiae. Repertorium der gesamten ornithologischen Literatur und Nomenclator sämmtlicher Gattungen und Arten der Vögel nebst Synonymen und geographischer Verbreitung, bearbeitet von Prof. Dr. C. G. Giebel. gr. 8°. Bd. I. II. à 5 Thlr.

Der Schlußband dieses für jeden Ornithologen und Zoologen höchst wichtigen Werkes ist unter der Presse.

C. F. Winter'scher Verlag in Leipzig und Heidelberg:

Dr. H. G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreiches, wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild. Die Säugethiere, bearbeitet von Prof. Dr. C. G. Giebel. gr. 8°. Viefrg. 1—8 mit Tfl. 1—36. Preis jeder Viefrg. $\frac{1}{2}$ Thlr.

Verlag von QUANDT & HAENDEL in Leipzig.

Physik des täglichen Lebens.

Rationelle Naturlehre für Gebildete überhaupt und für vorgeschrittene Schüler an Gymnasien, Realschulen und Schullehrerseminarien.

Von

H. Fehle,
Professor, Oberlehrer am
Gymnasium in Posen.

und

H. Lampe,
Dr. phil., Lehrer am Gymnasium
in Danzig.

XXIII u. 421 S. — Preis $2\frac{1}{3}$ Thlr. = 7 Mark.

Uebersicht des Inhalts.

- | | |
|--|---|
| <p>I. Abschnitt. — Die Thatfachen und Erscheinungen der gehinderten Bewegung. Klimatologie und Witterungskunde.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Kapitel. Zur Orientirung.2. Kapitel. Gehinderte Molekularbewegung; Wärmeerscheinungen.3. Kapitel. Andauernd oder momentan fixirte Molekularbewegung. Magnetische und elektrische Erscheinungen.4. Kapitel. Witterungskunde. <p>II. Abschnitt. — Die übertragene Bewegung.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Mathematisch-physikalische Entwicklungen. | <ol style="list-style-type: none">2. Kapitel. Werkzeuge und Maschinen.3. Kapitel. Mechanik des Wassers und der Luft. <p>III. Abschnitt. — Die Wellenbewegung.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Kapitel. Wellenlehre als gemeinsame Grundlage der Lehren vom Schalle, vom Lichte und der strahlenden Wärme.2. Kapitel. Vom Schalle.3. Kapitel. Lehre vom Lichte oder Optik.4. Kapitel. Von der strahlenden Wärme. <p>Autorenverzeichnis.
Erklärung einiger Fremdwörter.</p> |
|--|---|

Auf der Grundlage der neuen Anschauung ist in diesem Werke die Physik betrachtet als Philosophie der Natur im Sinne des gemeinen Menschenverstandes; die Herren Verfasser haben sich die Aufgabe gestellt, die Physik zu lehren ohne alle Experimente und ohne allen gelehrten Apparat, blos als Commentar der uns überall umgebenden Naturerscheinungen. Das Buch darf also in Wahrheit angesehen werden als eine Physik für Jedermann, der das Bedürfniß hat sich zu unterrichten, ohne den weiten und strengen Weg der Schule durchlaufen zu müssen.

Verlag von QUANDT & HAENDEL in Leipzig.

— Fortschritts-Medaille der Wiener Weltausstellung. —
Amtliche Empfehlung des Kgl. bayerischen Kultusministeriums.

Vorschule der Experimentalphysik.

Naturlehre in elementarer Darstellung nebst Anleitung zum
Experimentiren und zur Anfertigung der Apparate.

Von

Dr. Adolf F. Weinhold,

Professor an der Kgl. Höhern Gewerbeschule in Chemnitz.

Zweite durchgesehene und verbesserte Auflage.

Mit über 400 Holzschnitten im Text und 2 Farbentafeln.

Preis $3\frac{1}{2}$ Thlr. = 10 Mark.

Beurtheilungen:

„Es ist ein verdienstliches Werk des Verfassers, in diesem Buche eine Summe von seltenen Erfahrungen zum Gemeingut gemacht zu haben. Dieselben sind für jeden Freund der Physik von ganz unschätzbarem Werth. Was aber das Ganze noch schätzenswerther macht, ist die Verbindung der Belehrung über Anfertigung von Apparaten mit der Anleitung zur Anstellung von Versuchen und Herleitung der Schlüsse, deren Zusammenfassung zum Naturgesetz führt. Durch diese Verbindung und durch seine Vollständigkeit in allen Zweigen der Physik steht das Buch einzig da in der naturwissenschaftlichen Literatur.“

Zeitschr. f. mathemat. und naturw. Unterricht.

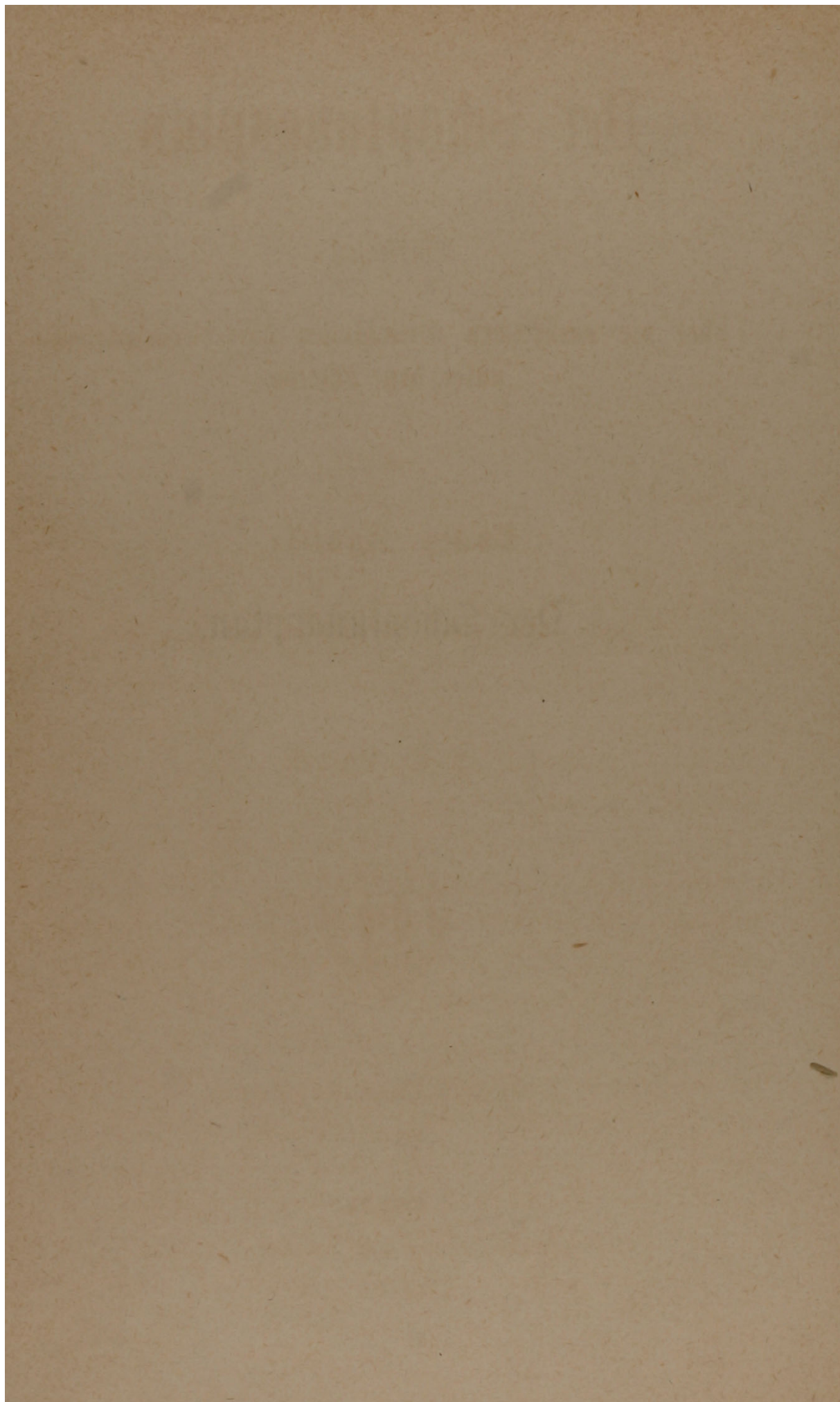
„Sicher wird dieses Buch nicht bloß für Knaben eine treffliche Anleitung zu edler und nutzbringender Anwendung der Freistunden sein; insbesondere kann es noch allen Lehrern empfohlen werden, welche an kleinen Schulen mit wenig Mitteln und meist auch mit wenig Uebung im Experimentiren, Unterricht in der Physik zu ertheilen haben. Sie werden hierin die beste Anleitung finden die Lücken ihrer Bildung auszufüllen; bessere Erfolge ihres Unterrichtes und das Gefühl erhöhter eigener Leistungsfähigkeit werden ihnen eine vorher nie gekannte Berufsfreudigkeit verleihen.“

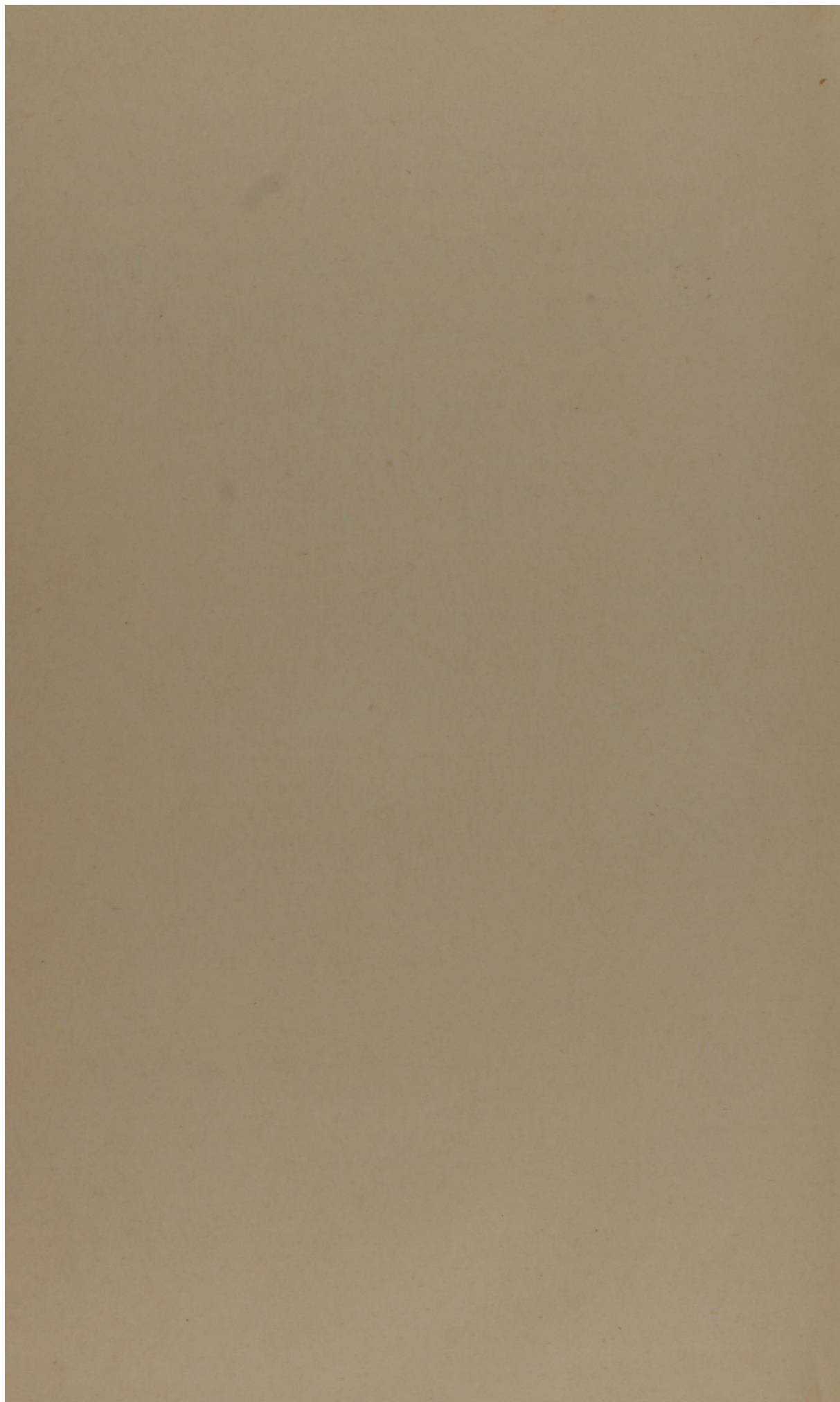
Polytechn. Centralblatt.

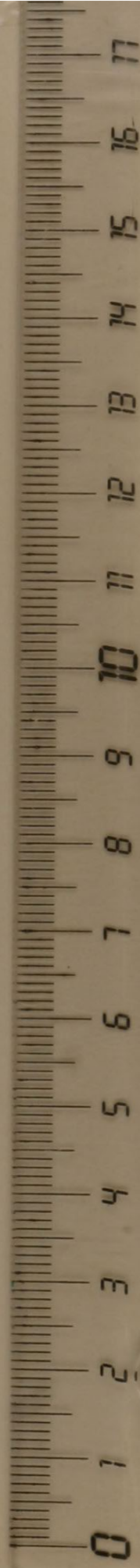
„Das Buch ist in der That, wie die Ankündigung sagt, ein originelles, und zwar kann Ref. hinzufügen, ein sehr gutes Original — Ref. spricht die Ueberzeugung aus, daß der Verfasser durch sein Buch ein wirkliches Bedürfniß befriedigt, und kann nur dringend anrathen, daß die Lehrer, namentlich der Volks- und Mittelschulen, das Werk gehörig studiren. Sehr gerathen würde es sein, ein solches Buch in den Schullehrerseminarien einzuführen.“

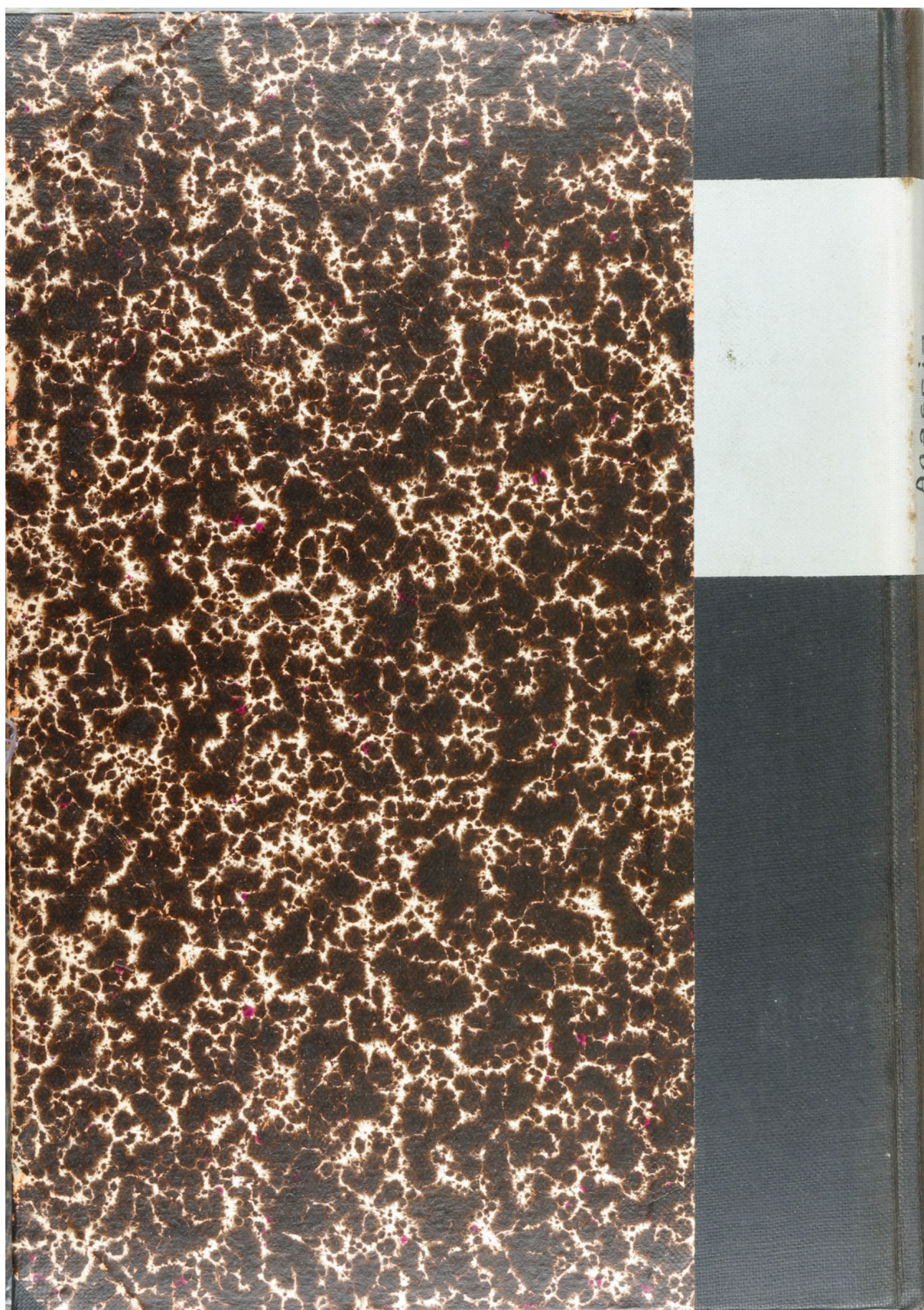
Literar. Centralblatt.

Hofm. Varia 51









Agassiz